

MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN

KONSTRUKSI SIPIL PLTMH

PAKET KEAHLIAN : TEKNIK ENERGI HIDRO

Program Keahlian : Teknik Energi Terbarukan



KELOMPOK
KOMPETENSI

7



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2015

KONSTRUKSI SIPIL PLTMH

PAKET KEAHLIAN : TEKNIK ENERGI HIDRO

PROGRAM KEAHLIAN : TEKNIK ENERGI TERBARUKAN

Penyusun:

Tim PPPPTK

BMTI



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN

2015

KATA PENGANTAR

Undang–Undang Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen mengamanatkan adanya pembinaan dan pengembangan profesi guru secara berkelanjutan sebagai aktualisasi dari profesi pendidik. Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) dilaksanakan bagi semua guru, baik yang sudah bersertifikat maupun belum bersertifikat. Untuk melaksanakan PKB bagi guru, pemetaan kompetensi telah dilakukan melalui Uji Kompetensi Guru (UKG) bagi semua guru di Indonesia sehingga dapat diketahui kondisi objektif guru saat ini dan kebutuhan peningkatan kompetensinya.

Modul ini disusun sebagai materi utama dalam program peningkatan kompetensi guru mulai tahun 2016 yang diberi nama diklat PKB sesuai dengan mata pelajaran/paket keahlian yang diampu oleh guru dan kelompok kompetensi yang diindikasikan perlu untuk ditingkatkan. Untuk setiap mata pelajaran/paket keahlian telah dikembangkan sepuluh modul kelompok kompetensi yang mengacu pada kebijakan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan tentang pengelompokan kompetensi guru sesuai jabatan Standar Kompetensi Guru (SKG) dan indikator pencapaian kompetensi (IPK) yang ada di dalamnya. Sebelumnya, soal UKG juga telah dikembangkan dalam sepuluh kelompok kompetensi. Sehingga diklat PKB yang ditujukan bagi guru berdasarkan hasil UKG akan langsung dapat menjawab kebutuhan guru dalam peningkatan kompetensinya.

Sasaran program strategi pencapaian target RPJMN tahun 2015–2019 antara lain adalah meningkatnya kompetensi guru dilihat dari *Subject Knowledge* dan *Pedagogical Knowledge* yang diharapkan akan berdampak pada kualitas hasil belajar siswa. Oleh karena itu, materi yang ada di dalam modul ini meliputi kompetensi pedagogik dan kompetensi profesional. Dengan menyatukan modul kompetensi pedagogik dalam kompetensi profesional diharapkan dapat mendorong peserta diklat agar dapat langsung menerapkan kompetensi pedagogiknya dalam proses pembelajaran sesuai dengan substansi materi yang diampunya. Selain dalam bentuk *hard-copy*, modul ini dapat diperoleh juga dalam bentuk digital, sehingga guru dapat lebih mudah mengaksesnya kapan saja dan dimana saja meskipun tidak mengikuti diklat secara tatap muka.

Kepada semua pihak yang telah bekerja keras dalam penyusunan modul diklat PKB ini, kami sampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Jakarta, Desember 2015
Direktur Jenderal,

Sumarna Surapranata, Ph.D
NIP: 195908011985031002

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan	2
C. Peta Kompetensi.....	3
D. Ruang Lingkup.....	4
E. Saran Cara Penggunaan Modul.....	5
KEGIATAN PEMBELAJARAN.....	6
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 : TEKNIK KOMUNIKASI EFEKTIF DALAM PEMBELAJARAN	6
A. Tujuan	6
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	6
C. Uraian Materi.....	7
D. Aktivitas Pembelajaran	51
E. Rangkuman	64
F. Tes Formatif (Per kegiatan pembelajaran. Berupa Tes Lisan, atau Tulisan, dan Perbuatan)	65
G. Kunci Jawaban.....	66
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 :PENGUKURAN SUDUT DAN JARAK	68
A. Tujuan	68
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	68
C. Uraian Materi Pelajaran.....	68
D. Aktivitas Pembelajaran	82
E. Rangkuman	84
F. Tes Formatif	84
G. Kunci Jawaban.....	89

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3 : PENGUKURAN BEDA TINGGI	90
A. Tujuan	90
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.	90
C. Uraian Materi Pelajaran.....	90
D. Aktivitas Pembelajaran.	120
E. Rangkuman.	121
F. Tes Formatif.	121
A	122
G. Kunci Jawaban.....	125
KEGIATAN PEMBELAJARAN 4 : PENENTUAN ARAH UTARA DAN PENENTUAN POSISI CARA POLIGON.	126
A. Tujuan	126
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.	126
C. Uraian Materi Pelajaran.....	126
D. Aktivitas Pembelajaran.	149
E. Rangkuman.	149
F. Tes Formatif.	149
H. Kunci Jawaban.....	153
KEGIATAN PEMBELAJARAN 5 : PEMETAAN TOPOGRAFI	154
A. Tujuan	154
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.	154
C. Uraian Materi Pelajaran.....	154
D. Aktivitas Pembelajaran.	174
E. Rangkuman.	175
F. Tes Formatif.	175
G. Kunci Jawaban.....	177
KEGIATAN PEMBELAJARAN 6 : PENGENALAN TOTAL STATION.....	178
A. Tujuan	178
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.	178
C. Uraian Materi Pelajaran.....	178

D. Aktivitas Pembelajaran	187
E. Rangkuman	187
F. Tes Formatif	187
G. Kunci Jawaban.....	190
KEGIATAN PEMBELAJARAN 7 : STUDI KELAYAKAN HIDROLOGI.....	191
A. Tujuan	191
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	191
C. Uraian Materi.....	191
D. Aktifitas Pembelajaran.....	200
E. Rangkuman	201
F. Tes Formatif	202
G. Kunci Jawaban.....	203
Kegiatan Pembelajaran 8 : Studi Kelayakan Sipil	207
A. Tujuan	207
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	207
C. Uraian Materi.....	207
D. Aktifitas Pembelajaran.....	215
E. Rangkuman	215
F. Tes Formatif	216
G. Kunci Jawaban.....	217
Kegiatan Pembelajaran 9 : Studi Kelayakan Mekanikal Elektrikal	222
A. Tujuan	222
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	222
C. Uraian Materi.....	222
D. Aktifitas Pembelajaran.....	239
E. Rangkuman	239
F. Tes Formatif	240
G. Kunci Jawaban.....	241
Kegiatan Pembelajaran 10 : Studi Kelayakan Ekonomi.....	245
A. Tujuan	245

B. Indikator Pencapaian Kompetensi	245
C. Uraian Materi	245
D. Aktifitas Pembelajaran	261
E. Rangkuman	261
F. Tes Formatif	262
G. Kunci Jawaban	262
PENUTUP	267
DAFTAR PUSTAKA	269
GLOSARIUM	270

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Interaksi guru	7
Gambar 1. 2 Model Komunikasi	9
Gambar 1. 3 Model Komunikasi Efektif.....	10
Gambar 2. 1 Pengukuran sudut cara repetisi	69
Gambar 2. 2 Pengukuran sudut cara reiterasi.....	70
Gambar 2. 3 Pengukuran sudut 1 seri	71
Gambar 2. 4 Sudut tegak (sudut miring dan sudut zenith)	73
Gambar 2. 5 Pengukuran sudut tegak untuk mencari beda tinggi dan jarak	73
Gambar 2. 6 Kayu ukur.....	74
Gambar 2. 7 Pita ukur.....	76
Gambar 2. 8 Rantai Ukur	77
Gambar 2. 9 Odometer	79
Gambar 2. 10 Pengukuran jarak dengan basis mendatar	80
Gambar 2. 11 Pengukuran jarak dengan basis tegak	80
Gambar 2. 12	81
Gambar 2. 13	81
Gambar 2. 14 Pengukuran jarak pada tanah miring.....	83
Gambar 2. 15 Pengukuran jarak yang terhalang	83
Gambar 2. 16 Pengukuran sudut.....	84
Gambar 3. 1 Bidang Geoid.....	90
Gambar 3. 2 Pengukuran cara trigonometris	91
Gambar 3. 3 Barometer aneroid (hampa udara).....	92
Gambar 3. 4 Barometer aneroid (hampa udara).....	93
Gambar 3. 5 Barometer aneroid (hampa udara).....	93
Gambar 3. 6 Bagan pengukuran dilapangan	94
Gambar 3. 7 Alat sipat datar tabung gelas	98
Gambar 3. 8 Pengukuran sipat datar dengan tabung gelas	98
Gambar 3. 9 Pengukuran beda tinggi dengan slang plastik	101
Gambar 3. 10 Pengukuran beda tinggi cara trigonometris	102
Gambar 3. 11 Rambu ukur	106
Gambar 3. 12 Nivo rambu	108
Gambar 3. 13 Beda tinggi antara 2 titik.....	109
Gambar 3. 14 Pengukuran beda tinggi dengan sipat datar.....	110
Gambar 3. 15 Pengukuran sipat Datar Terbuka	111
Gambar 3. 16 Tabel pengukuran beda tinggi	114
Gambar 3. 17 Pengukuran beda tinggi.....	120

Gambar 4. 1 Skema pengukuran azimuth	128
Gambar 4. 2 Perbedaan pembagian kwadran geodesi dan ukur sudut.	130
Gambar 4. 3 Prinsip hitungan koordinat	131
Gambar 4. 4 Prinsip hitungan sudut jurusan	132
Gambar 4. 5 Poligon tertutup	134
Gambar 4. 6 Poligon terbuka.....	138
Gambar 4. 7 Poligon terbuka terikat sempurna	139
Gambar 4. 8 Poligon Terbuka dengan Pengikatan Koordinat pada titik Awal dan Akhir.	143
Gambar 4. 9 Poligon dengan titik tetap tidak dapat ditempati alat.....	145
Gambar 4. 10 Pengaruh kesalahan pengukuran jarak	148
Gambar 4. 11 Pengukuran poligon tertutup	149
Gambar 5. 1 Macam-macam titik.....	155
Gambar 5. 2 Pengamatan kesalahan garis bidik.....	159
Gambar 5. 3 Skema perpindahan rambu dan alat	160
Gambar 5. 4 Pengukuran sudut dan jarak secara simultan	162
Gambar 5. 5 Pemetaan metode tachymetri.....	163
Gambar 5. 6 Perhitungan beda tinggi	163
Gambar 5. 7 Skema pengukuran jarak optis dan jarak datar	164
Gambar 5. 8 Skema pengukuran beda tinggi	166
Gambar 5. 9 Mal bergaris kutub.....	173
Gambar 6. 1 Total station Tampak depan.	179
Gambar 6. 2 Total station Tampak belakang.....	180
Gambar 6. 3 Tampilan layar	181
Gambar 6. 4 Pengaturan nivo.....	185
Gambar 6. 5 Tampilan Layar untuk setting Job dan Setting Measurements.....	186

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tabel pengukuran beda tinggi cara barometris.....	94
Tabel 3. 2 Tabel pengukuran beda tinggi	113
Tabel 3. 3 Tabel pengukuran sipat datar keliling.....	116
Tabel 3. 4 Tabel perhitungan sipat datar keliling	118
Tabel 3. 5 Tabel toleransi kesalahan	120
 Tabel 4. 1 Pengaturan kwadran pengamatan matahari	 129

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sejalan dengan perkembangan sosial, budaya dan ekonomi serta informasi, maka listrik telah menjadi salah satu kebutuhan pokok bagi masyarakat terpencil khususnya masyarakat perdesaan. Terbatasnya kemampuan PLN dalam menyediakan tenaga listrik kepada masyarakat Indonesia, berdasarkan data Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi (DJLPE) pencapaian rasio elektrifikasi baru mencapai 64% dan rasio desa berlistrik mencapai 88 % dari total sekitar 66.000 desa pada tahun 2008.

Di sisi lain Indonesia memiliki begitu banyak potensi air yang belum dimanfaatkan secara optimal, yaitu sekitar 75,67 GW, namun baru sekitar 4.2 GW termanfaatkan dan diantaranya potensi untuk mini/mikrohidro sekitar 450 MW yang termanfaatkan sekitar 230 MW terpasang sampai pada tahun 2008. Pada saat ini sumber daya potensi air di setiap daerah belum dapat dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat setempat khususnya Pemerintah Daerah provinsi maupun Kabupaten. Hal ini disebabkan pemahaman tahapan yang harus dilakukan untuk membangun PLTMH masih kurang, khususnya bagaimana melakukan studi potensi/ (Pra FS), Studi Kelayakan (FS) dan (DED) belum dilakukan dengan benar dan tepat.

Selain itu, Mengacu pada isi Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional (UU SPN) pasal 3 mengenai Tujuan Pendidikan Nasional dan penjelasan Pasal 15 yang menyebutkan bahwa lembaga pendidikan kejuruan merupakan lembaga pendidikan menengah untuk mempersiapkan peserta didik terutama untuk mampu bekerja dalam bidang tertentu. Dalam pembangunan banyak sekali pekerjaan-pekerjaan yang memerlukan pemetaan suatu wilayah. Untuk itu peserta didik diharuskan memahami pengertian, maksud, tujuan serta ruang lingkup tentang survei pemetaan.

B. Tujuan

Setelah mempelajari modul ini diharapkan peserta dapat:

1. Menjelaskan pengukuran sudut dan jarak.
2. Menjelaskan cara mengukur beda tinggi.
3. Menjelaskan cara menentukan posisi horisontal.
4. Menjelaskan cara melakukan pemetaan topografi.
5. Menjelaskan pengenalan Total Station.
6. Mengerti dan mampu melakukan studi kelayakan hidrologi.
7. Mengerti dan mampu melakukan studi kelayakan bangunan sipil.
8. Mengerti dan mampu melakukan studi kelayakan mekanikal dan elektrikal.
9. Mengerti dan mampu melakukan studi kelayakan ekonomi dan finansial.
10. Mengerti dan mampu melakukan studi kelayakan sosial budaya.
11. Mengerti dan mampu melakukan studi kelayakan lingkungan.

C. Peta Kompetensi

GRADE KOMPETENSI PAKET KEAHLIAN			
TEKNIK ENERGI HIDRO			
GRADE 1	20.1	20.27	
	20.2		
	20.3		
	20.4		
	20.5		
GRADE 2	20.6		
	20.7		
	20.14		
GRADE 3	20.1		
	20.11		
GRADE 4	20.8		
	20.9		
GRADE 5	20.12		
	20.13		
GRADE 6	20.15	20.39	
	20.16	20.40	
	20.17	20.41	
GRADE 7	20.18		
	20.19		
	20.2		
	20.21		
	20.22		
GRADE 8	20.23		
	20.24		
	20.25		
	20.26		
GRADE 9	20.28		
	20.29		
	20.3		
	20.31		
	20.32		
	20.33		
GRADE 10	20.34		
	20.35		
	20.36		
	20.37		
	20.38		

D. Ruang Lingkup

Modul ini membahas mengenai *surveying* PLTMH dan studi kelayakan PLTMH. Studi kelayakan meliputi: studi potensi atau prastudi kelayakan, studi kelayakan teknis dan non teknis serta pelaporan studi kelayakan.

Pengetahuan survei pemetaan pada bertujuan memberikan pemahaman peranan survei pemetaan dalam mendukung suatu perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro. Hal ini dibutuhkan sebagai salah satu analisa awal dalam studi kelayakan untuk menentukan lokasi yang cocok dan paling memenuhi syarat serta layak tidaknya suatu pembangkit akan dibangun.

Untuk itu perlu adanya pemahaman tentang cara mengukur sudut, jarak, beda tinggi, penentuan posisi horisontal dan pemetaan topografi. Disamping itu anda juga diharapkan dapat memahami tentang :bagaimana menggunakan alat Total Station.

Bab studi potensi (pra-studi kelayakan) merupakan pedoman yang memberikan gambaran maksud dan tujuan, lingkup kegiatan awal, pendahuluan dan kriteria-kriteria awal kuantitatif dan kualitatif menilai kelayakan suatu lokasi untuk dilakukan atau mendapatkan prioritas untuk dilakukan kegiatan studi kelayakan.

Bab studi kelayakan teknis berisi tentang maksud dan tujuan lingkup kegiatan dan kriteria-kriteria kelayakan teknis pembangunan PLTMH yang meliputi aspek : hidrologi, bangunan sipil, mekanikal elektrik.

Bab studi kelayakan non teknis merupakan pedoman tentang lingkup kegiatan dan kriteria-kriteria kelayakan non teknis pembangunan PLTMH yang meliputi aspek ekonomi dan finansial, sosial budaya, lingkungan, dan keberlanjutan.

E. Saran Cara Penggunaan Modul

Penjelasan bagi peserta diklat tentang tata cara belajar dengan bahan ajar/modul bahan ajar, tugas-tugas peserta diklat antara lain:

- 1) Modul ini dirancang sebagai bahan pembelajaran dengan pendekatan peserta diklat aktif.
- 2) Guru berfungsi sebagai fasilitator.
- 3) Penggunaan modul ini dikombinasikan dengan sumber belajar yang lainnya.
- 4) Pembelajaran untuk pembentukan sikap spiritual dan sosial dilakukan secara terintegrasi dengan pembelajaran kognitif dan psikomotorik.
- 5) Lembar tugas peserta diklat untuk menyusun pertanyaan yang berkaitan dengan isi buku memuat (apa, mengapa dan bagaimana).
- 6) Tugas membaca bahan ajar/modul secara mendalam untuk dapat menjawab pertanyaan. Apabila pertanyaan belum terjawab, maka peserta diklat dipersilahkan untuk mempelajari sumber belajar lainnya yang relevan.

BAB II

KEGIATAN PEMBELAJARAN

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 : TEKNIK KOMUNIKASI EFEKTIF DALAM PEMBELAJARAN

A. Tujuan

Setelah mempelajari materi ajar dan melakukan latihan serta diskusi, peserta mampu:

1. Mendeskripsikan prinsip dan teknik komunikasi efektif dalam suasana pembelajaran yang menyenangkan dengan baik dan benar;
2. mempraktikkan teknik komunikasi efektif dalam pembelajaran di kelas secara santun dan empatik;
3. Membangun komunikasi dengan siswa dalam konteks materi ajar secara efektif .

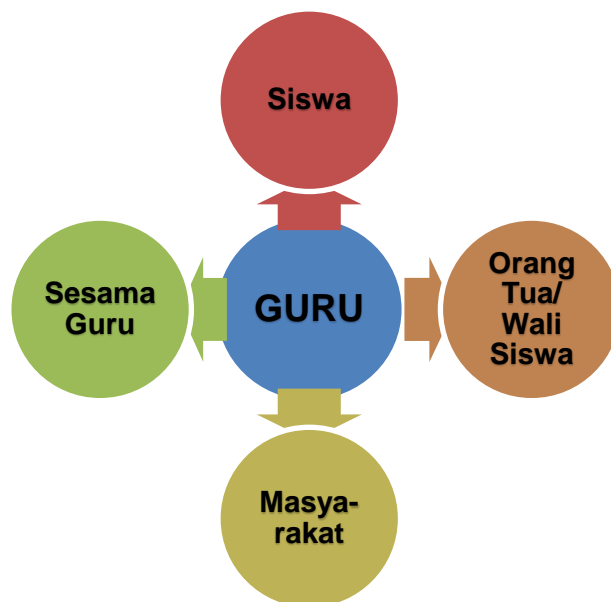
B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Komunikasi yang efektif, empatik, dan santun dilakukan untuk penyiapan kondisi psikologis peserta didik, agar ambil bagian dalam permainan melalui bujukan dan contoh sesuai dengan mata pelajaran yang diampu.
2. Komunikasi yang efektif, empatik, dan santun dilakukan untuk mengajak peserta didik, agar ambil bagian dalam kegiatan pembelajaran sesuai dengan mata pelajaran yang diampu.
3. Komunikasi yang efektif ,empatik, dan santun dilakukan agar peserta didik merespon ajakan guru dalam kegiatan pembelajaran sesuai dengan mata pelajaran yang diampu.
4. Komunikasi oleh guru yang efektif ,empatik, dan santun dilakukan untuk merespon peserta didik secara lengkap dan relevan sesuai dengan pertanyaan dan perilaku siswa.

C. Uraian Materi

Bahan Bacaan 1: Pengantar Komunikasi

Salah satu tuntutan kemampuan guru yang tersirat dalam standar kompetensi guru yaitu berkaitan dengan kemampuan guru untuk mengkomunikasi materi yang akan diajarkan kepada siswa. Sesuai Permendiknas Nomor 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru disebutkan dalam salah satu kompetensi yaitu kompetensi sosial, disyaratkan adanya kemampuan guru untuk berkomunikasi dan berinteraksi secara efektif dan efisien dengan siswa, sesama guru, kepala sekolah, orang tua/wali siswa dan masyarakat sekitar.



Gambar 1. 1 Interaksi guru

Oleh karena itu, penguasaan kemampuan berkomunikasi merupakan hal yang tidak dapat dielakkan oleh guru.

Mengapa komunikasi begitu penting?

Kualitas sebuah pembelajaran sangat dipengaruhi efektif tidaknya suatu komunikasi yang berlangsung di dalamnya. Komunikasi dapat dikatakan efektif dalam pembelajaran

merupakan proses transformasi pesan berupa ilmu pengetahuan dan teknologi dari pendidik kepada peserta didik, dimana peserta didik mampu memahami maksud pesan sesuai dengan tujuan yang telah ditentukan, sehingga akan berdampak pada bertambahnya wawasan/pengetahuan/keterampilan pada peserta melalui interaksi melalui komunikasi yang produktif antara guru dengan peserta didik, sehingga menghasilkan perubahan perilaku dalam diri siswa secara positif. Gurumemiliki peranan paling penting terhadap kelangsungan komunikasi secara efektif dalam suatu pembelajaran, sehingga sebagai pendidik, guru dituntut memiliki kemampuan berkomunikasi yang baik agar menghasilkan proses pembelajaran yang efektif.

Kegiatan pembelajaran merupakan proses transformasi pesan edukatif berupa materi belajar dari sumber belajar kepada pembelajar. Dalam pembelajaran terjadi proses komunikasi untuk menyampaikan pesan dari pendidik kepada peserta didik dengan tujuan agar pesan dapat diterima dengan baik dan berpengaruh terhadap pemahaman serta perubahan tingkah laku. Dengan demikian keberhasilan kegiatan pembelajaran sangat tergantung kepada efektifitas proses komunikasi yang terjadi dalam pembelajaran tersebut. Berikut beberapa pendapat tentang definisi atau pengertian komunikasi, sebagai berikut:

- **Theodore Herbert:**

Komunikasi merupakan proses yang di dalamnya menunjukkan arti pengetahuan dipindahkan dari seseorang kepada orang lain, biasanya dengan maksud mencapai beberapa tujuan khusus.

- **Evertt M. Rogers:**

Komunikasi sebagai proses yang di dalamnya terdapat suatu gagasan yang dikirimkan dari sumber kepada penerima dengan tujuan untuk merubah perilakunya.

- **Wilbur Schramm:**

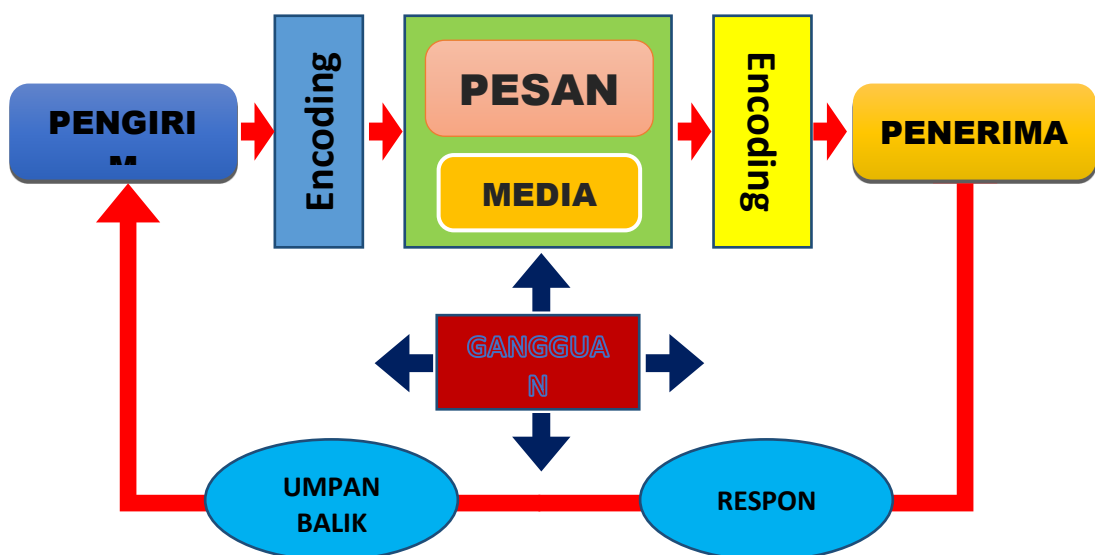
Komunikasi merupakan tindakan melaksanakan kontak antara pengirim dan penerima, dengan bantuan pesan; pengirim dan penerima memiliki beberapa pengalaman bersama yang memberi arti pada pesan dan simbol yang dikirim oleh pengirim, dan diterima serta ditafsirkan oleh penerima. (Suranto:2005)

- **Concise Oxford Dictionary**

Tindakan menyampaikan, terutama berita, atau ilmu dan praktek transmisi informasi. Definisi ini jelas menunjukkan hubungan antara pengajaran dan guru komunikasi terus-menerus menanamkan pengetahuan baru, atau transmisi informasi.

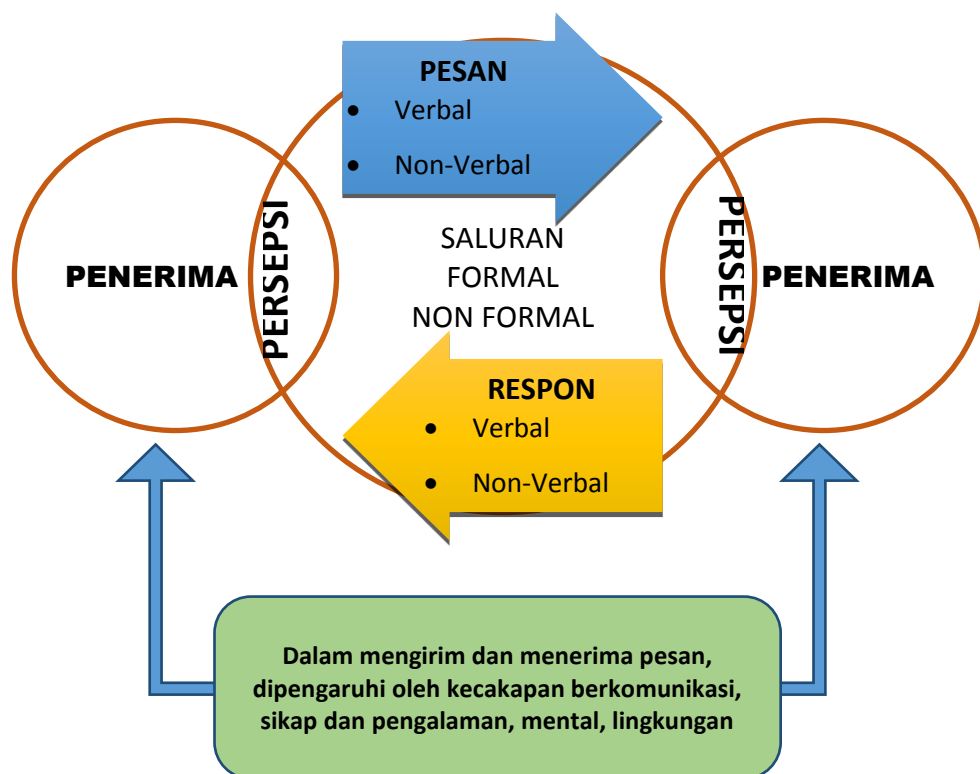
Bahan Bacaan 2: Proses Terjadinya Komunikasi

Komunikasi yang efektif terjadi, apabila ada transmisi pengertian antara pengirim dan penerima informasi. Transmisi pengertian termaksud terjadi, apabila digunakan simbol-simbol yang sama-sama dimengerti, baik dalam bentuk verbal maupun non verbal.



Gambar 1. 2 Model Komunikasi

Bila dicermati, berdasarkan diagram model komunikasi tersebut, terdapat beberapa unsur penting, sebagai berikut:



Gambar 1. 3 Model Komunikasi Efektif

1. **Pengirim (Sender)**→Pengirim/sumber pesan merupakan pihak atau orang yang mempunyai ide, keinginan, kehendak, pemikiran, informasi, tujuan, dan sebagainya untuk mengkomunikasikannya kepada pihak lain.

Sender mencoba untuk memilih tipe pesan dan saluran yang akan digunakan yang dinilai paling efektif. Sebelum terjadinya penyaluran informasi sender *mensandikan (encoding)* pesannya baik verbal maupun non verbal (pesan non verbal dimaksudkan bahwa seseorang tidak berkomunikasi secara lisan ataupun tulisan, melainkan dengan *gesture*). Terdapat beberapa prinsip yang perlu dipertimbangkan untuk meningkatkan proses *encoding*, yakni: relevansi, kesederhanaan, pengorganisasian, pengulangan, focus.

2. **Penerima Pesan (Receiver)**→ yaitu orang yang menerima dan menginterpretasi pesan atau informasi dari pengirim pesan.
3. **Message (Pesan)**→ merupakan ide-ide, fakta-fakta, atau problem yang dimaksud oleh sender untuk dikomunikasikan kepada receiver. Pesan merupakan harapan pihak yang memberi pesan (source) kepada penerima pesan (receiver) melalui proses encoding.

Suatu pesan yang dikirim dengan pesan yang diterima tidak selalu sama. Proses encoding dan decoding bervariasi antara satu orang dengan orang lain. Hal itu dipengaruhi oleh faktor kecakapan dalam berkomunikasi, sikap, dan pengalamannya, maupun kematangan mental kedua belah pihak, serta perbedaan latar belakang dan pandangannya.

4. **Channel (Saluran)**→ merupakan sarana atau media pembawa pesan. Dalam hal ini berupa telepon, pertemuan kelompok, memo, system penghargaan, pernyataan kebijaksanaan, jadwal dan sebagainya, yang dapat melakukan transmisi (penyampaian) ide anda.
5. **Feedback (Balikan)**→ komunikasi yang efektif akan mengikuti jalur dua arah, maka balikan dari receiver kepada sender adalah penting, sebagai bentuk respon atas pesan yang disampaikan oleh sender kepada receiver. Pentingnya balikan, adalah karena asumsi bahwa tidak semua yang dikatakan atau ditulis pasti dapat dipahami oleh receiver. merupakan informasi yang kembali pada pemberi pesan, yang memberikan pertanda tentang penerimaan pesan yang telah diberikan.
6. **Perspsi (Perception)**→ persepsi terdapat pada kedua belah pihak (pengirim dan penerima pesan) Jadi persepsi pada diri setiap orang pada dasarnya dipengaruhi

oleh obyek yang dilihat, cara mengorganisasikan obyek tersebut ke dalam memori, dan arti yang dapat ditangkap dari obyek tersebut.

Permainan:

Pilihlah salah satu situasi berikut yang paling anda senangi atau sering anda lakukan pengalaman anda dalam berkomunikasi

1. belanja suatu barang,
2. pesan makanan melalui telepon *delivery service*,
3. memberikan perintah kepada siswa
4. menghadiri suatu rapat.

kemudian isilah unsur-unsur berikut sesuai situasi yang anda pilih (waktu 5 menit):

Pengirim :

• Pesan :

• Penerima :

• Media :

• Umpan Balik :

• Gangguan :

Bahan Bacaan 3: Teknik Mengatasi Hambatan Komunikasi

Agar dalam berinteraksi dengan orang lain melalui komunikasi efektif, maka perlu adanya penajaman pada aspek kecakapan (menyampaikan dan menerima informasi), menyadari factor penyebab kegagalan komunikasi (Abi Sujak, 1990:105-106).

1. Tingkatkan kejelasan pesan

Perkembangan teknologi computer dan informatika yang sedemikian pesat, mempermudah setiap orang untuk menyajikan pesan secara jelas.

2. Pengaturan arus informasi

Informasi yang diterima secara bersamaan/simultan perlu dikelola berdasarkan tingkat kepentingannya dan urgensinya.

3. Mendorong timbulnya balikan (feedback)

Memastikan bahwa pesan yang telah disampaikan mendapatkan respon sesuai dengan yang dimaksud sangat penting guna memastikan tugas yang didelegasikan atau ditugaskan kepada bawahan atau anggota kelompok sesuai dengan sasaran dan tujuan yang ingin dicapai/disepakati bersama.

4. Menggunakan bahasa yang sederhana

Banyak pimpinan/atasan atau individu tertentu yang menggunakan jargon-jargon dalam proses organisasi yang sukar dipahami.

5. Mendengarkan secara efektif

Pendengar yang baik akan menghargai setiap gagasan atau informasi yang dikemukakan oleh lawan bicara. Pendengar yang baik lebih menekankan pada aspek apa yang dibicarakan bukan siapa yang berbicara atau melihat tata bahasa, serta memperhatikan secara seksama dan memberikan respon secara positif. Memang aktivitas mendengarkan akan lebih membosankan dibanding dengan berbicara.

6. Memahami emosi

Faktor emosi menjadi penyebab terjadinya distorsi pada isi pesan. Suatu pesan akan dapat diterima dengan antusias oleh penerima bila disampaikan dengan rasa akrab, tanpa praduga negatif.

7. Mengembangkan rasa percaya diri

Menanamkan kepercayaan akan mewarnai kejujuran dan keterbukaan dalam penyampaian informasi oleh sender kepada receiver.

Bahasa Tubuh sebagai Bagian Komunikasi

Bahasa tubuh terdiri dari perkataan-perkataan kalimat-kalimat, frase-frase dan tanda baca. Tiap gerak isyarat sama seperti sepetah kata dan mungkin memiliki beberapa makna. Ada pendapat yang menyatakan: **“mengusir tamu tidak harus dengan kata-kata tetapi cukup dengan tingkah laku”**. Sekarang hampir semua orang menyadari bahwa mungkin bisa membaca sikap seseorang melalui perilakunya. Inilah hal penting yang perlu dipahami oleh pelaku bisnis dalam memahami dan mempraktekan bahasa tubuh. Penelitian tentang bahasa tubuh menunjukkan bahwa dalam presentasi-presentasi tatap muka, kuatnya pengaruh pesan anda terhadap para pendengar adalah sebagai berikut (Hinkley:2004:101, terjemahan)

Perkataan : 7,0% - 10% dari total pengaruh

Vokal : 21 % - 30% dari total pengaruh

Bahasa tubuh : 60 % - 80 % dari total pengaruh

Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa cara Anda memandang, gerak isyarat, tersenyum, berpakaian dan gerak memiliki pengaruh besar terhadap sikap orang lain kepada Anda. Cara anda berbicara lebih penting tiga kali lipat daripada perkataan yang Anda gunakan. Berdasarkan Hinkley (2004) terhadap tiga kaidah membaca tanda:

1. Membaca Kluster

Gerak isyarat dapat menjadi kalimat yang disebut dengan kluster. Oleh karenanya, jangan menginterpretasi satu gerak isyarat secara terpisah.

2. Mempertimbangkan Konteks

Kluster gerak isyarat harus dievaluasi dimana terjadinya.

3. Memahami perbedaan Kultural

Gerak isyarat yang berarti satu hal di satu tempat dan budaya atau Negara berbeda.

Bahan Bacaan 4 : Komunikasi Efektif

a. Materi Pembelajaran

1) Komunikasi Efektif

Untuk Apapun, Anda Harus Berbicara. Apapun jenis pekerjaan yang Anda lakukan, Anda selalu akan melakukan tiga hal berikut ini:

- Memimpin;
- Menjual;
- Mempresentasikan.

Dalam pelaksanaannya atau faktanya, Anda bahkan mungkin melakukan ketiganya sekaligus.

Jika Anda sedang memimpin, maka Anda pasti sedang “menjual” sesuatu agar diikuti oleh orang-orang yang Anda pimpin. Dan dalam melakukannya, Anda akan menyajikan atau mempresentasikan berbagai hal yang relevan agar orang yang Anda pimpin mau mengikuti keinginan Anda.

Jika Anda sedang “menjual” sesuatu, artinya Anda sedang mengupayakan posisi memimpin, agar orang lain mau mengambil keputusan sesuai dengan yang Anda inginkan sebagai pihak yang menjual. Dan sekali lagi, Anda pasti mempresentasikan berbagai hal yang relevan.

Jika Anda sedang berpresentasi, maka Anda bisa dipastikan sedang menjual sesuatu. Dan karena Anda sedang berusaha menjual sesuatu, maka Anda pasti berupaya untuk memimpin *audience*, agar mendengarkan Anda, agar menyimak presentasi Anda, agar memahami maksud dan tujuan Anda, dan agar teryakinkan sesuai tujuan presentasi Anda.

Dalam melakukan semua aktivitas di atas, media paling umum yang akan Anda gunakan adalah komunikasi verbal alias berbicara. Muara dari semua aktivitas itu, atau hasil akhir dari semua aktivitas itu, akan sangat ditentukan oleh kualitas bicara Anda. Sebelum sampai ke persoalan teknis seperti struktur bicara, intonasi, gaya bahasa atau bahkan pilihan kata dan kalimat, aspek mendasar dari kualitas bicara Anda adalah tingkat percaya diri Anda saat melakukannya.

Singkatnya, Anda harus menaburkan aura percaya diri saat berbicara. Karena dari situlah segala hasil akhir akan ditentukan. Jadi, titik awal Anda untuk semua aktivitas itu, adalah meraih rasa percaya diri yang lebih baik. Berkomunikasi dan rasa percaya diri memiliki hubungan yang sangat erat. Percaya diri datang dari kemampuan berkomunikasi secara verbal, dengan berbicara yang efektif, atau sebaliknya.

Dengan berbicara, Anda akan berbicara pada diri sendiri dan berbicara pada orang lain. Berbicara kepada diri sendiri akan menjalankan proses manajemen diri. Andalah orang yang paling tahu harus mengatakan apa pada diri sendiri. Begitu juga dengan berbicara kepada orang lain akan menjalankan proses manajemen diri orang lain. Jadi, mulailah segala keberhasilan Anda dengan percaya diri saat berkomunikasi.

Kemampuan berkomunikasi merupakan keterampilan yang sangat penting dalam hidup kita. Kita menghabiskan sebagian besar waktu yang ada disaat kita sadar dan bangun untuk berkomunikasi. Sama halnya dengan bernafas, komunikasi bisa dianggap sebagai hal yang otomatis terjadi begitu saja. Sehingga kita tidak memiliki kesadaran untuk melakukannya dengan efektif. Kita pada umumnya tidak pernah mempelajari bagaimana menulis dengan efektif, bagaimana membaca dengan cepat, bagaimana berbicara dengan efektif, apalagi bagaimana menjadi pendengar yang baik.

Komunikasi berasal dari perkataan "*Communicare*" yaitu yang di dalam bahasa latin mempunyai arti "berpartisipasi atau memberitahukan", sedangkan perkataan "Comunis" berarti milik bersama ataupun "berlaku dimana-mana" atau juga berarti sama, sama di sini maksudnya sama makna. Jadi jika dua orang melakukan komunikasi misalnya dalam bentuk percakapan maka komunikasi akan berjalan atau berlangsung dengan baik selama ada kesamaan makna mengenai apa yang dipercakapkan.

Collen Mc. Kenna mendefinisikan komunikasi sebagai proses pengiriman pesan kepada penerima dengan saling pengertian. Proses ini melibatkan beberapa komponen, yaitu pengirim pesan (*sender*), pesan yang dikirimkan (*message*),

bagaimana pesan tersebut dikirimkan (*delivery channel* atau *media*), penerima pesan (*receiver*), dan unpan balik (*feedback*) yang diharapkan.

Kemampuan mengembangkan komunikasi yang efektif merupakan salah satu keterampilan yang amat diperlukan untuk pengembangan diri kita baik sebagai personal maupun professional seperti guru, kepala sekolah, pengawas dll, atau sebagai pemimpin maupun sebagai anggota sebuah tim. Paling tidak kita harus menguasai empat jenis keterampilan dasar dalam komunikasi, yaitu menulis, membaca (bahasa tulisan), mendengar, dan berbicara (bahasa lisan). Perhatikan, hampir setiap saat kita menghabiskan waktu untuk mengerjakan setidaknya salah satu dari keempat hal itu. Oleh karena itu, kemampuan untuk menguasai keterampilan dasar komunikasi dengan baik mutlak kita perlukan demi efektifitas dan keberhasilan kita.

Menurut Covey, unsur terpenting pada komunikasi bukan sekedar pada apa yang kita tulis atau kita katakan, tetapi lebih pada karakter kita dan bagaimana kita menyampaikan pesan itu. Jika pesan yang kita sampaikan di bangun dari hubungan manusia yang dangkal, bukan dari diri kita yang paling dalam, orang lain akan melihat dan membaca sikap kita. Jadi syarat utama dalam komunikasi efektif adalah karakter yang kokoh yang dibangun dari fondasi integritas pribadi yang kuat.

Dalam hubungan komunikasi yang efektif, kepercayaan merupakan dasar terciptanya teamwork. Kepercayaan ini hanya bisa muncul kalau kita mempunyai integritas, yang mencakup hal hal yang lebih dari sekedar kejujuran. Kalau kejujuran mengatakan kebenaran atau menyesuaikan kata kata kita dengan realitas, integritas menyesuaikan realitas dengan kata kata kita. Integritas bersifat aktif, sedangkan kejujuran bersifat pasif.

Ada lima hukum komunikasi efektif, yang oleh Aribowo Prijosaksono dalam bukunya *Make Yourself A Leader* dirangkum dalam satu kata yang mencerminkan esensi dari komunikasi, yaitu REACH, yang berarti merengkuh atau meraih. Pada dasarnya komunikasi adalah upaya kita untuk meraih

perhatian, cinta kasih, minat, kepedulian, simpati, tanggapan, maupun respon positif dari orang lain.

Kelima hukum komunikasi efektif tersebut adalah :

- a) Respect
- b) Empathy
- c) Audible
- d) Clarity
- e) Humble

Jika Anda/kita membangun komunikasi berdasarkan pada lima hukum pokok komunikasi yang efektif ini, Anda dapat menjadi seorang komunikator yang handal yang dapat membangun jaringan hubungan dengan orang lain dengan penuh penghargaan (respect), karena hal inilah yang dapat membangun hubungan jangka panjang yang saling menguntungkan dan saling menguatkan. Yang pada akhirnya dapat Anda jadikan sebagai sarana efektif untuk meraih kesuksesan.

2) Mendengarkan Orang Lain (*Listening*)

Menjadi pendengar yang baik merupakan salah satu syarat mutlak bagi seorang pengawas untuk bisa memiliki pengaruh terhadap kepala sekolah, guru, dan staf sekolah lainnya. Dengan memiliki pengaruh, seorang pengawas memiliki bekal yang lebih baik untuk memberdayakan para perangkat sekolah tersebut sehingga tujuan yang diharapkan dapat tercapai.

Apa yang ada pada tubuh kita sebenarnya sudah menggambarkan bagaimana seharusnya kita menggunakannya secara bijak agar bisa memberikan manfaat bagi diri sendiri maupun orang lain. Sebagai contoh, kita memiliki satu mulut dan dua telinga, artinya kita dituntut untuk lebih banyak mendengar daripada berbicara.

Sayangnya, kita tidak terbiasa untuk terampil menggunakan telinga kita untuk mendengar lebih banyak daripada berbicara. Padahal, dengan banyak mendengar, akan makin banyak pula informasi yang kita dapatkan. Dengan

banyak informasi, kita pun akan memiliki bekal yang lebih baik lagi guna mempengaruhi orang lain.

Seberapa jauhkah keterampilan mendengar anda selama ini? Coba anda pahami hal-hal di bawah ini.

a) Mengapa Kita Harus Mendengar

Mendengar tidak hanya merupakan perilaku yang sopan dan memberikan nilai yang berharga bagi si pendengar. Kita juga bisa mendapatkan banyak hal dari mendengar. Banyak alasan mengapa kita harus mau mendengar yaitu :

- **Membangun kepercayaan.**

Orang-orang yang mau mendengarkan ternyata lebih dipercaya daripada orang-orang yang banyak bicara dan mengobrol. Kepercayaan merupakan pelumas bagi terjadinya perubahan pemikiran, dan mendengarkan adalah kuncinya.

- **Kredibilitas.**

Jika kita mau sungguh-sungguh mendengar terhadap orang lain, maka kredibilitas kita pada mereka akan meningkat. Mereka akan mempersepsikan kita sebagai orang yang memiliki kapabilitas dan akan bisa bekerja bersama mereka, bukan menyerang mereka. Para pemimpin, pelatih, fasilitator yang hebat adalah orang-orang yang mampu menjadi pendengar yang baik, dan sebaliknya, para pendengar yang baik pun memiliki potensi untuk bisa menjadi pemimpin yang besar.

- **Dukungan**

Pada umumnya orang mengakui bahwa mereka merasa memperoleh dukungan bila didengar, khususnya saat mereka merasa marah atau gelisah. Dengan didengar, mereka merasa dihargai dan dipahami. Jadi, jika kita mau mendengar seseorang, sama artinya dengan kita mengirimkan pesan yang menyatakan “Anda penting bagi saya. Saya menghargai anda”.

- **Menjadikan sesuatu terlaksana**

Sebagaimana membangun kepercayaan, mendengar juga memungkinkan kita mencapai tujuan, karena orang yang didengar akan mau bekerja sama dengan kita

- **Informasi**

Mendengar memberikan kita banyak informasi yang berguna, baik untuk saat ini maupun masa yang akan datang. Dengan memiliki banyak informasi, maka kita akan dapat mengarahkan apa yang dikatakan orang.

- **Pertukaran**

Jika kita mendengarkan orang lain, maka mereka akan lebih mendengarkan kita. Sesuai dengan prinsip pertukaran, dukungan kita kepada orang lain akan membuat mereka juga mendukung kita sehingga akhirnya kita akan bisa mencapai tujuan.

b) Kebiasaan Mendengar Yang Buruk

Mendengar secara buruk sudah menjadi hal yang umum, namun jarang diperhatikan. Menurut Robertson (1994), ada sepuluh kebiasaan mendengar yang buruk yang paling umum dilakukan orang. Kesepuluh kebiasaan tersebut adalah:

- Kurang perhatian pada masalah yang dibicarakan
- Perhatian dipusatkan pada orangnya, bukan pada isi pembicaraan.
- Melakukan interupsi.
- Memusatkan perhatian pada detail dan mengabaikan gambaran umum.
- Memaksakan mencocokkan ide pembicara kedalam model mental sendiri.
- Menunjukkan bahasa tubuh yang menandakan ketidaktertarikan
- Menciptakan atau membiarkan terjadinya kebingungan
- Mengabaikan apa yang tidak dipahami
- Membiarkan emosi menghalangi pemahaman materi yang dibicarakan
- Mengkhayal, sehingga tidak bisa mendengar pembicaraan secara utuh.

c) Kebiasaan Mendengar Yang Baik

Meskipun kebiasaan mendengar yang baik sudah merupakan hal umum, namun ada beberapa pola kebiasaan mendengar yang bisa dilakukan untuk

membantu orang lain, termasuk pada akhirnya membantu diri sendiri. Kebiasaan mendengar yang baik tersebut adalah:

- **Memberikan perhatian penuh.**

Berikan perhatian terhadap orang yang sedang berbicara. Berikan mereka perhatian penuh, tidak hanya dengan telinga, tapi dengan seluruh badan; menghadaplah pada orang yang sedang berbicara dan tataplah. Lakukan hal ini dengan sepenuh hati, bukan hanya secara fisik. Jika hati kita benar-benar terarah untuk memperhatikan, secara otomatis tubuh pun akan mengikuti.

- **Membantu orang lain untuk bicara.**

Kadang-kadang orang yang berbicara mengalami kesulitan mengemukakan apa yang ingin ia bicarakan. Mungkin mereka bukan pembicara yang baik, atau memang sedang mencari cara untuk menjelaskan sesuatu yang kompleks. Kita bisa membantu mereka dan diri kita sendiri dengan dorongan yang positif (positive encouragement). Jika mereka kurang yakin, doronglah mereka dengan anggukan, senyuman, dan suara yang positif (misalnya ya...ya, hmm). Perhatikan bahwa kita tertarik pada mereka dan jangan pikirkan bahwa mereka tidak cukup terpelajar/pandai. Jika mereka susah payah dalam mengemukakan suatu konsep, cobalah bantu mereka mengemukakan apa yang mereka maksudkan dengan menggunakan kalimat lain. Mengajukan pertanyaan yang positif merupakan suatu pendekatan yang bagus, baik untuk menguji pemahaman kita sendiri maupun menunjukkan ketertarikan kita kepada mereka.

- **Memberi orang lain dukungan (support).**

Mendengar yang baik juga mencakup tindakan yang menunjukkan bahwa kita penuh perhatian kepada orang lain. Sebagai bagian dari mendengar, kita seharusnya berusaha untuk membantu orang lain merasa nyaman dengan diri mereka sendiri. Sikap mendasar untuk memberikan dukungan adalah menghargai dan menerima semua orang, bahkan saat kita tidak setuju dengan apa yang mereka katakan atau cara mereka mengatakan sesuatu. Jika kita tidak setuju, maka ketidaksetujuan kita adalah terhadap

argumennya, bukan terhadap orangnya. Perhatikan penerimaan kita atas hak mereka untuk berbeda dengan kita.

- **Mengelola reaksi kita.**

Hati-hatilah dengan reaksi kita terhadap apa yang orang lain katakan. Mudah saja bagi seseorang yang menjadi pendengar untuk menunjukkan ketidaktertarikannya, menunjukkan bahwa mereka tidak mau mendengarkan kita, atau menunjukkan bahwa mereka lebih tertarik untuk mengkritik kita. Sebelum kita berkomentar dan memberikan respons tentang apa yang orang lain katakan, berhentilah sejenak untuk merenungkan kesimpulan dan prasangka yang ada dalam diri kita. Pikirkan tentang apa yang akan kita katakan dan efek yang mungkin ditimbulkannya. Pertimbangkan apakah hal tersebut yang memang ingin kita capai.

d) Gaya Mendengar

Menurut Barker (1971) dan Watson (1995), ada empat gaya mendengarkan yang biasanya digunakan orang, tergantung pada kesukaan dan tujuannya. Keempat gaya mendengar tersebut adalah sebagai berikut:

- **Gaya Orientasi Orang (People-Oriented)**

Orang-orang yang *people oriented* menunjukkan perhatian yang kuat pada orang lain dan perasaannya. Mereka tergolong *external focus*, mendapatkan energinya dari orang lain dan mendapatkan banyak makna dalam hubungan/relasi, lebih banyak berbicara tentang “kita” daripada “anda” atau “mereka”.

Orang-orang tipe ini berusaha memahami sejarah kehidupan orang lain dan menggunakan teknik “penceritaan diri mereka sendiri” sebagai makna pemahaman. Mereka memusatkan perhatian pada emosi, berempati, dan melibatkan emosi dalam argumen-argumennya. Mereka bisa menampilkan diri sebagai orang yang mudah dikritik dan akan menggunakannya untuk menunjukkan bahwa mereka tidak berbahaya.

Orang dengan tipe ini bisa mendapat masalah bila mereka terlibat terlalu mendalam dengan orang lain. Hal ini bisa mengganggu kepekaan mereka dalam membuat keputusan maupun kemampuan untuk membedakan. Mereka bisa berhubungan sangat erat dengan orang lain yang mengakibatkan mereka tidak dapat melihat secara objektif keterbatasan dan kesalahannya, dan bisa jatuh kedalam hubungan yang tidak bijaksana. Mereka juga akan tampak sebagai orang yang turut campur saat berusaha menjalin hubungan dengan orang lain yang tidak begitu berorientasi pada hubungan.

- **Gaya Orientasi Isi (Content-Oriented)**

Orang dengan gaya orientasi isi lebih tertarik dengan apa yang dikatakan daripada siapa yang berkata atau apa yang mereka rasakan. Mereka menilai orang lain berdasarkan pada seberapa kredibel mereka dan akan berusaha menguji keahlian dan keadaan yang sebenarnya dari orang tersebut.

Orang tipe ini memusatkan perhatian pada fakta dan bukti dan senang menyelidiki detail. Mereka berhati-hati dalam melakukan asesmen, berusaha mencari tahu hubungan sebab akibat, dan mencari bukti sebelum menerima apa pun sebagai hal yang benar. Orang-orang ini bisa menghadapi masalah bila mereka menolak ide-ide dan harapan-harapan orang lain serta menolak informasi karena belum memiliki cukup bukti yang mendukung.

- **Gaya Orientasi Tindakan (Action-Oriented)**

Pendengar yang berorientasi tindakan memusatkan perhatian pada apa yang akan dilakukan, tindakan apa yang akan terjadi, kapan, dan siapa yang akan melakukannya. Mereka mencari jawaban atas pertanyaan “lalu apa?” dan mencari tahu rencana tindakan. Mereka menyukai penjelasan yang gamblang, ringan, dan jawaban yang didasarkan pada bukti nyata/konkret.

Orang dengan tipe ini bisa tidak sabar dan meminta pembicara agar segera menyampaikan kesimpulan. Mereka juga bisa mengkritik orang yang berbicara tentang gambaran besar sesuatu atau berbicara tentang ide-ide

dan konsep-konsep. Hal ini bisa menyebabkan mereka untuk terlalu memusatkan perhatian pada pengendalian dan kurang memperhatikan kesejahteraan/kenyamanan orang lain.

- **Gaya Orientasi Waktu (Time-Oriented)**

Orang dengan gaya ini “mempunyai mata yang terus terpaku pada jam”. Mereka mengatur hari-hari mereka kedalam bagian-bagian yang rapi dan mengalokasikan waktunya untuk mendengar, dan akan sangat memperlumahkan bila sesinya melewati batas waktu.

Orang tipe ini mengelola waktunya dengan berbicara tentang ketersediaan waktu dan mencari jawaban-jawaban singkat terhadap permasalahan yang ada. Hal ini bisa menjengkelkan orang lain yang memusatkan perhatian pada elemen orang dan ingin bersama-sama selama mungkin.

Bahan Bacaan 5 : Komunikasi Interpersonal

Sejak manusia dilahirkan komunikasi telah menjadi bagian dari kehidupannya. Salah satu bentuk komunikasi yang kita alami pada awal permata kehidupan adalah komunikasi interpersonal. Sebagai contoh adalah tangisan seorang bayi yang baru dilahirkan. Tangisan tersebut merupakan bentuk komunikasi non-verbal yang memberikan informasi kepada kita bahwa ia telah lahir dengan selamat. Dalam bab ini akan dibahas tipe komunikasi interpersonal, model komunikasi interpersonal, hubungan komunikasi antar manusia, konflik yang terjadi, bagaimana bersikap terbuka atau membuka diri. Dan bagaimana menyampaikan sebuah tegesan tanpa melukai orang lain.

A. Pengertian Komunikasi Interpersonal

Istilah komunikasi interpersonal biasanya dipergunakan pada komunikasi antara dua orang atau lebih, dalam kondisi tatap muka. Untuk mendapatkan memperoleh komunikasi interpersonal yang efektif, perlu kiranya dipahami proses komunikasi interpersonal, metode, komponen pendukung sebuah komunikasi yang efektif. Beragamnya pola kehidupan manusia, cara berpikir, sifat-sifat, dan budayanya, telah menyebabkan beragemnya tipe atau jenis komunikasi interpersonal

1. Definisi

Komunikasi interpersonal berbeda dengan jenis komunikasi yang lain, karena komunikasi interpersonal hanya melibatkan beberapa orang saja. Secara fisik jarak mereka berdekatan; banyak sensor yang dapat dipergunakan, dan umpan balik yang diharapkan dari komunikate dapat diperoleh secara langsung. Secara sederhana komunikasi interpersonal dapat didefinisikan sebagai pertukaran informasi antar manusia secara verbal atau non-verbal dengan tujuan berbagi informasi dan mendapatkan umpan balik.

2. Fungsi Komunikasi Interpersonal

Maksud dan tujuan orang berkomunikasi sebenarnya adalah menyampaikan informasi atau pesan, dan sebaliknya untuk memperoleh informasi. Beberapa fungsi komunikasi interpersonal adalah

a. Untuk Menambah Informasi (Gaining Information);

Teori penetrasi social mengatakan bahwa seseorang berusaha untuk mendapatkan informasi tentang orang lain. Dengan mengenal seseorang lebih dekat maka kita akan dapat memperoleh informasi lebih banyak tentang orang tersebut, baik secara (1) pasif yaitu dengan mengamati orang tersebut; secara (2) aktif yaitu dengan bantuan orang lain; secara (3) interaktif yaitu keterbukaan diri orang tersebut.

b. Membangun Sebuah Pengertian (building a context of understanding)

Dalam situasi dan kaitan masalah yang berbeda, sebuah 'kata' yang diucapkan dapat memiliki banyak arti atau makna. Dengan menggunakan komunikasi interpersonal kita akan lebih dapat memahami apa yang disampaikan oleh seseorang.

'Kata' atau informasi yang diucapkan mengandung 'isi pesan' (content messages) yang menunjukkan tingkat pengertian sebuah pesan, dan disamping itu mengandung 'hubungan pesan' (relationship messages) yang terkait dengan "bagaimana pesan itu diucapkan". Isi pesan dan hubungan pesan terkirim secara bersamaan, namun masing-masing mempengaruhi arti yang dimaksudkan dalam komunikasi. Komunikasi interpersonal membantu kita untuk dapat saling memahami lebih baik.

c. Membentuk Identitas (*establishing identity*)

Peran dalam sebuah komunikasi interpersonal akan membentuk identitas diri kita. Termasuk didalamnya wajah atau penampilan kita yang menunjukkan citra diri kita. Sebenarnya 'peran' dan penampilan seseorang terbentuk karena pergaulan di lingkungan sekeliling kita. Sebagai contoh : seseorang yang menjadi direktur haruslah bertindak dan berperampilan sebagaimana layaknya seorang pimpinan (walaupun sebenarnya ia tidak layak dan tidak mampu menjadi direktur.

d. Memperoleh Kebutuhan Pribadi (*interpersonal needs*). Seseorang terlibat dalam komunikasi interpersonal, sebenarnya lebih didorong oleh keinginannya untuk memekpresikan diri dan mendapatkan pemenuhan kebutuhan individunya.

Berdasarkan pengamaan William Schultz sebagai individu manusia memiliki tiga kebutuhan, yaitu:

- Pencantuman Diri (*inclusion*), yaitu kebutuhan untuk membentuk identitas diri bersama dengan orang lain. Sebagai contoh: tredaftar dan menjadi bagian dari sebuah komunitas.
- Pengawasan (*control*), yaitu suatu kebutuhan seseorang untuk dapat mempraktikkan kemampuannya memimpin, dan kemudain mendapatkan pengakuan atas kemampuan tersebut Sebuah kelompok merupakan wadah yang baik utuk mewujudkan kebutuhan ini.
- Persahabatan, kesenangan/kenyamanan (*affection*), yaitu kebutuhan untuk mengembangkan hubungan dengan orang lain atau bermasyarakat. Sebuah kelompok atau komunitas.

B. Tipe Pesan Interpersonal

Albert Mehrabain (1972) seorang profesor di bidang komunikasi menyatakan berdasarkan penelitian yang dilakukannya, hanya 7% dari pesan atau informasi terkomunikasikan melalui saluran/cara verbal; 38% melalui *paralanguage* yang umumnya melalui penggunaan suara, sedangkan sebanyak 55% tersampaikan

melalui non-verbal. Terdapat dua tipe pesan yaitu pesan verbal dan pesan non-verbal.

1. Pesan Verbal

Untuk melakukan komunikasi verbal diperlukan sebuah “bahasa” (*language*). Secara semantik “bahasa” didefinisikan sebagai sekelompok label yang dipergunakan untuk menyatukan pikira, waktu, dan ruang. Label ini dapat disampaikan dari sari kesatuan (*entity*) ke yang lainnya melalui berbagai sarana termasuk suara, tulisan, dan sebagainya.

Untuk dapat melakukan komunikasi verbal dengan baik, diperlukan penguasaan minimal lima keterampilan, yaitu:

a. Cara pengenalan pribadi

- Dalam perkenalan pendahuluan kita harus berbicara secara jelas dan efektif.
- Perkenalkan terlebih dahulu orang yang dituakan, dan kemudain perkenalkan yang muda kepada yang dituakan.
- Sebutkan nama para wanita terlebih dahulu sebelum menyebutkan nama-nama para pria.
- Perkenalkan dan sebut nama-nama dari orang yang memiliki posisi atau para pejabat pemerintahan.

b. Cara menangani percakapan melalui Telepon:

- Hindari pertengkaran atau cekcok dengan pelanggan dalam telepon. Mintalah kepada orang yang lebih tinggi posisi atau kedudukannya, yang menangani masalah tersebut.
- Dalam hal percakapan yang berhubungan dengan kantor, sebutkan nama dan posisi anda serta nama kantor di mana anda bekerja dengan sopan.
- Akhiri pembicaraan di telepon dengan ucapan terima kasih.

c. Cara memberikan penjelasan:

- Berikan deskripsi yang jelas untuk menghemat waktu dan menghindari kekesalan lawan bicara.

- Buat langkah-langkah dalam memberi deskripsi, dan pada akhir percakapan jangan lupa untuk menanyakan apakah penjelasan atau deskripsi yang diberikan telah dapat dipahami dengan jelas.
- d. Cara menyampaikan pertanyaan
- Diperlukan keterampilan untuk mengajukan pertanyaan yang cerdas, berbobot secara efektif.
 - Semakin spesifik pertanyaan yang diajukan, semakin besar peluang untuk mendapatkan informasi yang diharapkan.
- e. Cara menyampaikan cerita
- Cara yang paling mudah untuk menyampaikan informasi adalah dengan cara bercerita.
 - Sampaikan permasalahan secara umum, jelas, dan yang diperkirakan dapat menambah informasi untuk pendengarnya. Sampaikan kebenaran, jangan membesar-besarkan masalah.

Komunikasi verbal bukanlah satu-satunya sarana untuk melakukan komunikasi. Satu hal yang pasti adalah, bahwa apapun alat yang dipergunakan dalam komunikasi verbal, ia harus berkaitan dengan indera (*sense*) para pelaku komunikasi.

2. Pesan Non Verbal

Komunikasi non verbal adalah berbentuk komunikasi yang dilakukan tanpa mempergunakan bahasa (language). Yang termasuk dalam komunikasi non-verbal adalah ekspresi wajah, tatapan mata, nada suara, gerakan dan sikap tubuh, dan cara memposisikan diri dalam kelompok. Secara sederhana komunikasi non-verbal dapat diumpamakan sebagai pengiriman dan penerimaan pesan dalam berbagai cara, tanpa menggunakan kode-kode verbal atau kata-kata.

Menurut Mark Knapp (1978) penggunaan kode non-verbal dalam berkomunikasi memiliki fungsi untuk : meyakinkan apa yang diucapkan (repetition); diungkapkan dengan kata-kata (substitution); menunjukkan jati diri sehingga orang dapat mengenalnya (identity); menambah atau melengkapi ucapan-ucapan yang dirasakan belum sempurna. G.W. Porter membagi komunikasi non-verbal dalam empat kategori

- a. *Physical* : kategori komunikasi ini menggunakan bagian tubuh kita antara lain ekspresi wajah, nada suara, gerakan tubuh gambar 9 adalah gambar yang direkam setelah terjadinya gempa bumi di Bantul, Yogyakarta. Seorang bocah yang sedang jongkok dengan tatapan menompang dagu. Ekspresi tubuhnya mengirimkan 'pesan' yang kita pahami bahwa anak tersebut sedang dalam duka, karena sesuatu telah terjadi pada dirinya (dalam hal ini hancurnya rumah tinggalnya akibat gempa bumi di Bantul, Yogyakarta)

Gambar 10 menggambarkan seorang bayi berumur empat bulan dalam pelukan ibunya. Bayi tersebut membelekkan mata karena pengaruh cahaya lampu kamera. Di lain pihak bibir bundanya mengembangkan senyum bahagia karena ia akan segera memiliki gambar dirinya dengan senang hati.

- b. *Aesthetic*; Komunikasi yang dapat dilakukan melalui ekspresi yang kreatif dan menarik. Contoh gambar 11 menunjukkan seorang pemain gitar terkenal yang sedang memainkan gitarnya dengan penuh perasaan.
- c. *Signs*; Komunikasi kategori mekanik, antara lain penggunaan bendera isyarat pada gambar 'semaphore', yang dipergunakan untuk mengirim berita.

Setiap posisi bendera menggambarkan symbol tertentu (dalam hal ini huruf dan angka), dan apabila dirangkaikan akan membentuk satu pesan.

- d. *Symbolic*; Komunikasi yang menggunakan symbol keagamaan, status, tempat. Gambar 13 adalah gambar ka'bah yang merupakan salah satu symbol agama islam, sebagai penunjuk arah bagi umat Islam diseluruh dunia saat mereka akan melakukan sholat lima waktu. Cara non-verbal merupakan cara komunikasi yang tidak terikat oleh bahasa dan konsep.

C. Jenis Hubungan Komunikasi Interpersonal

Dalam sebuah organisasi, sebuah rapat, diskusi tentang proyek, review tentang kinerja pegawai dapat dianggap sebagai komunikasi interpersonal. Komunikasi interpersonal tidak lagi bersifat interpersonal apabila terlalu banyak orang yang terlibat di dalamnya.

Komunikasi ini akan berubah sifat menjadi komunikasi kelompok atau komunikasi public. Untuk itulah maka komunikasi interpersonal dapat dipilah-pilah berdasarkan jumlah orang yang terlibat dalam komunikasi tersebut

1. Komunikasi dengan diri sendiri (*intrapersonal Communication*)

Komunikasi interpersonal adalah komunikasi yang terjadi dalam diri kita masing-masing. Komunikasi terjadi lebih kepada mendengarkan hati nurani diri kita.

2. Komunikasi antar manusia (*Interpersonal Communication*)

Komunikasi ini adalah komunikasi yang dilakukan antara dua orang atau lebih dapat dilakukan secara langsung dan umpan balik terhadap pesan dapat langsung diterima pada saat itu juga.

a. Sikap Pasif atau non-asertif (*passive*):

Sikap pasif berkaitan dengan ketidak-mampuan atau ketidakmauan seseorang untuk mengemukakan pendapat, pikiran atau perasaannya. Orang yang pasif cenderung akan melaksanakan sesuatu yang tidak mereka kehendaki berbagai alasan (*excuses*) daripada menyampaikan apa yang mereka inginkan.

Dalam komunikasi ini pengirim pesan akan menyimpan atau memendam pikiran dan pendiriannya, dan lebih mengutamakan pendapat orang lain.

b. Sikap Tegas (*Assertive*)

Orang dengan perilaku asertif akan menyatakan dengan gamblang pendirian mereka, apa yang mereka pikir, dan teguh pada keyakinannya, tanpa melukai orang lain.

c. Sikap Agresif (Agressive)

Agresif berkaitan dengan perilaku seseorang yang reaktif secara berlebihan, mengeritik dan menyalahkan orang lain. Untuk dapat memperoleh apa yang dikehendakinya orang dengan sifat ini akan menempuh jalan apa saja untuk dapat menguasai lawan komunikasinya, memaksakan kehendaknya, tanpa memperhatikan hak orang lain. Mereka tidak segan-segan melakukan intimidasi, bahkan melakukan perkelahian.

3. Komunikasi Kelompok (*Group Communication*)

Komunikasi jenis kelompok dilakukan oleh lebih dari dua orang. Kelompok ini dapat berbentuk dalam kelompok besar dan kelompok kecil. Mereka dikatakan 'kelompok' karena mereka berada dalam ruang yang sama, pada saat yang bersamaan, dan ada satu orang yang berfungsi sebagai komunikator utama. Kadang-kadang apabila jumlah orang dalam kelompok tersebut terlalu besar, diperlukan media untuk membantu kelancaran komunikasi (contoh : *Microphone, Proyektor*)

Bateman dan Zeithami membedakan komunikasi interpersonal yang dipergunakan dalam perkantoran atau bisnis dalam enam gaya:

a. *The Controlling Style*:

Berbentuk komunikasi satu-arah yang dipergunakan untuk memberikan perintah atau instruksi pada orang lain. Pemimpin yang mempergunakan gaya ini biasanya tidak menginginkan adanya umpan balik. Mereka bertendensi lebih mempergunakan kekuasaan agar apa yang diinginkan dapat tercapai.

b. *The Egalitaria Style*:

Berbentuk komunikasi dua arah yang menyertakan para pelaku komunikasi untuk berbagi informasi. Gaya ini dipergunakan untuk memberikan stimulant pada orang lain agar mau menyatakan pendapat dan pemikirannya, sehingga diperoleh pengertian atau pemahaman yang sama. Pada umumnya dalam berbagai situasi gaya ini akan lebih efektif

dibandingkan dengan gaya mengontrol, khususnya bila dibutuhkan adanya kerjasama

c. *The Structuring Style:*

Pimpinan yang menggunakan gaya ini lebih menonjolkan standard an aturan-aturan yang berlaku di kantor. Ia cenderung memaikan posisi 'aman' dengan hanya menjelaskan procedure-prosedur yang harus ditempuh oleh sebuah kelompok dalam melaksanakan tugasnya.

d. *The Dynamic Style:*

Sebuah gaya yang membutuhkan tenaga dan pikiran untuk memotivasi anak buah agar berani mengambil tindakan atau bertindak, misalnya pada saat kritis. Gaya ini akan efektif apabila anak buah memiliki pengetahuan yang memadai. Namun gaya ini menjadi tidak efektif apabila orang yang ditugaskan tidak memiliki kemampuan untuk melaksanakannya.

e. *The Relinquishing Style:*

Gaya yang bersifatnya lebih diferensial daripada intruksional. Pimpinan yang menerapkan gaya ini menghagai ide orang lain, dan siap mendelegasikan tanggung jawab pada orang tersebut. Gaya ini akan efektif apabila anak buah memiliki cukup pengetahuan untuk melaksanakannya, berpengalaman dan mau mengambil tanggung jawab.

f. *The Withdrawal Style:*

Merupakan suatu gaya yang mengarah pada kurangnya komunikasi. Pimpinan yang menggunakan gaya ini berusaha untuk menghindari keterlibatannya dan kemungkinan memberikan indikasi bahwa ia tidak tertarik atau tidak mau berpartisipasi dalam diskusi

4. Komunikasi Massa (*Mass Communication*)

Komunikasi ini berbeda dengan komunikasi kelompok karena pengirim pesan yang berfungsi sebagai komunikator utama, secara fisik tidak berada dalam satu ruang yang sama atau tidak berdekatan secara fisik dengan penerima pesan. Jumlah penerima atau pengirim pesan tidaklah penting, tetapi sampainya pesan ke sasaran merupakan hal yang lebih penting. Karena secara fisik mereka tidak

saling melihat, maka ada argumentasi atau pendapat secara langsung tidak akan terjadi.

D. Model Hubungan Komunikasi Interpersonal

Banyak peneliti mempelajari tentang 'hubungan' (*relationship*) antar manusia. Penelitian ini dilakukan untuk dapat memahami bagaimana perkembangan sebuah hubungan interpersonal. Dalam buku ini akan diberikan model yang dibuat oleh Mak Knapp dan model yang dibuat oleh Duck.

Knapp mengembangkan 2 model 'Eskalasi Hubungan' (*Knapp Relationship Escalation Model*) dan model 'Pemutusan Hubungan. (*Knapp's Relationship Termination Model*);

1. Model "Eskalasi":

Dalam model ini proses hubungan terbagi dalam 5 tahapan yang bertingkat, yaitu:

a. Tahap Perkenalan (*initiation*)

Hanya membutuhkan waktu pendek saja, antara 5-10 menit pada tahap ini kedua belah pihak hanya memberikan gambaran tentang diri masing-masing, dan umumnya dalam bentuk salam perkenalan yang bersifat sangat umum.

b. Tahap Penjajagan (*experimenting*)

Masing-masing pihak mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang teratur dan terstruktur, untuk dapat memperoleh informasi atau gambaran keadaan masing-masing pihak. Tahap ini biasanya merupakan tahap penentuan apakah hubungan akan berlanjut atau dihentikan.

c. Tahapan pendalaman (*intensifying*):

Hubungan menjadi tidak begitu formal dan bersifat lebih mendalam. Pada tahap ini keterbukaan diri (*self-disclosure*) menjadi penting, karena pada tahap ini masing-masing pihak akan melihat secara utuh keprobadian masing-masing, dan membangun kesepakatan dan komitmen pada tahap hubungan yang dibangun.

d. Tahap Penyatuan (*integrating*):

Masing-masing pihak bergabung dan menyatu. Mereka mulai melakukan kegiatan-kegiatan secara bersama-sama, selalu mengatasnamakan kedua belah pihak dengan menyebut 'kami' (we). Pada tahap ini mulai terbentuk identitas kebersamaan (*shared relational identity*) antara kedua belah pihak.

e. Tahap Pengukuhan (*bonding*)

Hubungan yang telah terbina diumumkan, bahkan kadang-kadang disahkan secara hukum.

2. Model "Pemutusan" Hubungan (Knapp's *relationship termination model*)

Model ini terbagi dalam 5 jenjang pula, yaitu

a. Pembedaan (*Defferentiating*):

Pada tahap ini para pihak mulai menonjolkan keakuannya. Mereka tidak lagi mempergunakan kata kamu sebagai tanda kebersamaan tetapi lebih memilih kata saya. Tanpa didasari pada pihak ining menunjukkan bahwa mereka memiliki kebebasan dan berhak untuk bertindak sendiri. Keadaan ini memberikan dua arti yang bertolak belakang, yaitu bahwa mereka saling mempercayai sehingga tidak perlu selalu bersama; atau merupakan peringatan tentang hubungan kedua belah pihak yang perlu ditinjau kembali.

b. Pembatasan (*Circumcribing*):

Pada tahap ini komunikasi antara kedua belah pihak mulai berkurang. Walaupun secara kenampakan dari luar hubungan mereka adalah wajar dan normal, namun pada kenyataannya mereka condong untuk menghindari diskusi atau pembicaraan dengan topik-topik tertentu. Pada tahap ini masih dapat dilakukan usaha-usaha untuk memulihkan hubungan ke arah yang positif.

c. Kemacetan (*Stagnating*):

Merupakan tahap dimana telah terjadi kemacetan komunikasi. Kedua belah pihak berusaha untuk menghindari pembicaraan tentang hubungan mereka, karena mereka sudah dapat memperkirakan apa yang akan dikatakan oleh pihak lain. Pada tahap inilah orang mulai sabar bahwa telah terjadi sesuatu dengan hubungan mereka.

d. Penghindaran (*Avoiding*):

Tahap ini dimana kedua belah pihak secara fisik memisahkan diri. Mereka berusaha menghindari peluang-peluang untuk bersama maupun untuk berdiskusi.

e. Pemutusan (*terminating*):

Tahap ini merupakan akhir dari sebuah hubungan interpersonal. Hubungan dapat berakhir secara wajar atau tidak wajar, dan pemutusan hubungan ini pun berakhir dengan baik atau tidak baik.

Proses hubungan interpersonal Knapp dapat dijelaskan dengan gambar 14 yang berbentuk tiga kolom tangga. Tangga pertama adalah tangga yang menunjukkan tahapan dimulainya proses pembinaan sebuah hubungan interpersonal. Tangga ini diawali dengan anak tangga yang paling bawah, yaitu pengenalan, dan berakhir pada anak tangga yang paling atas, yaitu pengukuhan. Pengukuhan hubungan interpersonal ini merupakan titik tertinggi dari sebuah hubungan.

Tangga kolom ketiga adalah tangga yang menunjukkan suatu tahap pemutusan hubungan yang berawal dari munculnya rasa 'perbedaan' antara kedua belah pihak. Secara sadar atau tidak, masing-masing pihak akan memunculkan 'edonya'.

Tangga kolom tengah merupakan tangga yang menunjukkan bahwa pada setiap tahapan selalu ada usaha penyesuaian atau pengendalian. Namun apabila pengendalian atau penyesuaian itu tidak berhasil, maka hubungan interpersonal akan sampai pada anak tangga yang paling bawah, yaitu pemutusan hubungan.

3. Model “Penyaringan Hubungan” (*Duck’s Relationship Filtering Model*):

Model yang dikembangkan oleh Duck ini mengandalkan saringan(*filters*) yang dipergunakan untuk memilih tahap hubungan yang ingin dibangun dengan orang lain. Model penyaringan dilakukan melalui 4 isyarat:

a. *Sociological/ Incidental Cues*;

Saringan pertama ini menggambarkan kendala-kendala yang akan terjadi dalam pertemuan kita dengan orang lain, sebagai akibat lokasi tempat tinggal atau tempat kerjanya.

b. *Preinteraction Cues*;

Adanya informasi awal yang kita peroleh tentang seseorang yang belum pernah kita temui, kadang-kadang sudah dapat memberikan masukan, apakah kita akan menjalin hubungan dengan orang tersebut atau tidak.

c. *Interact Cues*;

Setelah kita mulai berinteraksi dengan orang lain, kita dapat menentukan apakah kita akan melanjutkan hubungan dengan orang tersebut.

d. *Cognitive Cues*;

Merupakan tahapan yang lebih dalam dari hubungan yang dirintis. Pada tahap ini saatnya kita menentukan pilihan, atas dasar kepribadian dan tingkat di mana keserasian dua pihak akan terjadi

e. Keterampilan Dalam Komunikasi Interpersonal

Komunikasi interpersonal yang efektif lebih dari hanya sekedar berbicara dan mendengarkan. Komunikasi ini berkaitan dengan pembinaan hubungan antar manusia yang ditandai dengan kerjasama, kejujuran, ketepatan, keterbukaan dan saling menghargai. Banyak aspek yang mempengaruhi pembentuk sebuah hubungan interpersonal, namun dalam buku ini hanya akan membahas beberapa aspek dasar saja, yaitu ; keterbukaan (*self-disclosure*, ketegasan seseorang (*assertiveness*), dan mengenali konflik.

1. Membuka diri (*Self Disclosure*)

Membuka diri merupakan strategi yang berguna untuk berbagi informasi dengan orang lain. Dengan berbagi informasi maka kedekatan individu dan

hubungan interpersonal akan lebih dekat semakin kuat. Membuka diri biasanya dilakukan pada saat kita pertama kali bertemu dengan orang lain.

- Ensiklopedia online Wikipedia menuliskan bahwa Self-disclosure atau membuka diri adalah “ suatu tindakan yang dilakukan secara sadar maupun tidak untuk mengungkapkan tentang diri kita kepada orang lain”. Self-disclosure termasuk di dalamnya pemikiran, perasaan, aspirasi, tujuan, kesalahan, sukses, impian, senang atau ketidak-senangan seseorang.
- Rebecca Perillo dari universitas Southern Maine mendefinisikan bahwa “ membuka diri adalah sebuah proses penyediaan informasi untuk individu lain;. Informasi yang dibuka termasuk pendapat seseorang, perasaan, pengalaman masa lalu, dan rencana kedepan. Membuka diri memegang peranan kunci dalam pengembangan hubungan dan digambarkan sebagai komponen yang dapat menyelaraskan dan membangun sebuah hubungan.
- Membuka diri merupakan karakteristik pribadi. Fisher dan Adams menyatakan bahwa semua pengetahuan tentang diri kita dapat diklasifikasikan dalam dua kategori yaitu ‘ pengetahuan publik’ (apa yang boleh diketahui oleh public tentang kita), dan ‘pengetahuan pribadi’ (yang diketahui oleh kita sendiri). Jadi apabila seseorang membuat diri kepada orang lain, berarti ia memberikan informasi pribadinya untuk dapat diketahui oleh umum

Salah satu cara untuk melihat proses dan fungsi seseorang membuka diri adalah dengan mempergunakan Johari Window.

2. Jendela Johari (Johari Window)

Luft dan Harry Ingham adalah dua orang peneliti yang menyatakan bahwa dalam diri manusia terdapat aspek-aspek dari kepribadiannya yang terbuka dan diketahui umum, namun ada pula yang hanya diketahui oleh dirinya sendiri. Pada saat yang sama ada pula hal-hal mengenai dirinya yang diketahui oleh orang lain, namun dirinya sendiri tidak mengetahui.

Ada pula sisi atau bagian dari seseorang yang diketahui siapapun, baik oleh dirinya sendiri maupun oleh orang lain.

Jendela Johari adalah salah satu model yang dapat dipergunakan untuk menggambarkan proses interaksi antar manusia. Model yang dikenal sebagai Jendela Johari (Johari Window) mempergunakan empat kotak atau jendela, untuk menggambarkan dua sumber informasi yaitu “diri sendiri” dan “orang lain”. Kotak segiempat dibayangkan sebagai “ruang interpersonal” atau kawasan interpersonal. Model ini membantu kita untuk memahami proses hubungan interpersonal termasuk hambatan-hambatan dan peluang yang ada dalam sebuah kelompok. Jendela Johari memberikan kepada kita sebuah cara untuk melihat bagaimana kepribadian seseorang dinyatakan.

a. Kawasan Terbuka (The Public Area)

Jendela ini menggambarkan kawasan di mana orang dapat memperoleh informasi tentang diri kita atau seseorang. Informasi yang ada pada kawasan ini bukan saja berupa hal-hal yang sifatnya factual, tetapi juga perasaan, keinginan, harapan dan lain mengetahui kekuatan dan kelemahan seseorang atau diri kita.

b. Kawasan Buta (The Blind Area)

Kawasan ini berisikan hal-hal tentang diri kita sendiri yang diketahui oleh orang lain tetapi kita sendiri tidak mengetahuinya. Hal-hal ini dapat bersifat negative atau positif, dan mempengaruhi penilaian orang terhadap diri kita.

c. Kawasan Tak Dikenal (The Unknown Area)

Kawasan ini berisikan hal-hal tentang diri kita yang tidak diketahui oleh siapapun., baik oleh diri kita sendiri maupun oleh orang lain. Salah satu penyebabnya, kemungkinan karena kita belum pernah memunculkannya di depan umum, atau kemungkinan terkubur jauh dalam diri kita.

d. Kawasan Privat (The Hidden Area)

Kawasan ini berisi hal-hal yang hanya diketahui oleh diri kita sendiri dan bersifat pribadi., bukan merupakan konsumsi umum atau orang lain atau konsumsi public.

Proses pemindahan informasi dari wilayah tersembunyi yang bersifat pribadi ke jendela umum untuk memperbesar wilayah umum disebut sebagai membuka diri atau “self-disclosure”.

Harus dipahami bahwa membuka diri merupakan proses yang rumit. Diperlukan adanya keberanian dan niatan yang cukup besar untuk membuka diri lebih banyak.

Untuk dapat meningkatkan hubungan interpersonal diperlukan keberanian untuk membuka diri oleh kedua belah pihak. Membuka diri oleh memberikan lebih banyak informasi tentang siapa diri kita kepada pihak lain. Pada gambar 16 terlihat bahwa dengan mendorong garis vertical ke sebelah kiri, kawasan umum akan menjadi lebih besar dan kawasan privat akan lebih menjadi kecil. Disamping itu dengan bekal umpan balik dari pihak lain kita akan lebih mengetahui informasi yang tentang diri kita, yang tidak diketahui.

Satu hal yang perlu kita sadari terlalu membuka diri dapat membawa dampak yang kurang baik, bagi diri kita pribadi maupun bagi hubungan interpersonal yang kita bangun.

3. Keterampilan Asertif (Assertiveness Skill)

Keterampilan asertif adalah kemampuan seseorang untuk menyampaikan pemikiran-pemikiran dan perasaan yang bersifat positif maupun negative, dengan cara terbuka, jujur, dan langsung. Kita bertanggung jawab terhadap diri sendiri kita dan tindakan kita, tanpa menghakimi atau menyalahkan orang lain. Hal ini memberikan kemampuan kepada kita untuk berdebat secara konstruktif dan mencari solusi yang dapat diterima oleh dua belah pihak.

Ketegasan dalam komunikasi dan hubungan social menyangkut keterbukaan, kejujuran, dan ketetapan, teguh(firm) pada tempatnya dan fleksibel.

Beberapa keuntungan yang dapat diperoleh dari penggunaan komunikasi asertif, antara lain: memberikan kenyamanan pada kita dan juga orang lain; mengarahkan pada perkembangan untuk saling menghargai; meningkatkan harga diri; membantu pencapaian sasaran yang kita harapkan; memperkecil kemungkinan menyakiti orang lain.

Di lain pihak apabila ketegasan terlalu jauh sampai kepada pengambilan keuntungan dari orang lain, ini akan berubah menjadi hak orang lain dan membuat mereka merasa dibawah.

Di samping keuntungan terdapat pula kerugian-kerugian dalam penggunaan komunikasi asertif. Ia berisiko bahwa kemungkinan orang lain tidak memahaminya, sehingga tidak dapat menerima gaya komunikasi asertif ini.

Terdapat enam karakteristik utama dalam komunikasi asertif, yaitu: tapan mata (eye contact), bentuk tubuh (body posture), isyarat (gesture), suara (voice), waktu(timing), isi (content) pembicaraan.

Satu hal yang pasti adalah komunikasi asertif bukanlah merupakan tindakan yang agresif (*NOT Being Aggressive*), namun merupakan sebuah pilihan (choice)

4. *I-Message dan You-Message*

"I-Message" adalah cara yang baik untuk memberitahukan kepada orang lain apa yang anda pikirkan. I-message terdiri dari tiga bagian, yaitu 'perilaku' (*behavior*) yang ditunjukkan oleh orang lain; 'dampak' (*effect*) yang terjadi sebagai akibat perilaku yang ditunjukkannya; dan 'perasaan' (*feeling*) dari orang yang terkena perilaku tersebut. Dengan menggunakan pesan-pesan yang memperhatikan tiga kata tersebut di atas, berarti kita telah memberikan informasi yang lengkap, tanpa celah yang dapat mengakibatkan interpretasi lain atau keragu-raguan dari pihak lain. Sebagai contoh: manakala seorang anak buah terlambat hadir rapat, anda mengatakan :” Apabila anda datang terlambat(perilaku), saya merasa kesal (perasaan) karena ini berarti bahwa saya harus mengulangi informasi yang telah didengarkan oleh rekan-rekan anda sebelumnya(dampak)”. Pernyataan anda tersebut akan lebih jauh lebih baik dan cukup tegas, daripada mengabaikan permasalahan atau menunjukan kemarahan anda.

"I" statement merupakan bagian dari komunikasi asertif, karena menjadi asertif termasuk kemampuan kita untuk menyatakan perasaan dan apa yang kita butuhkan secara pada tempatnya.

Salah satu cara untuk menghindari konflik interpersonal adalah menghindari melakukan penuduhan atau menuduh. Salah satu cara adalah dengan mempergunakan pernyataan-pernyataan tentang diri kita sendiri (*I-messages*) dari pada penggunaan (*you-messages*) bernada menyalahkan orang lain. '*you-message*' bernada menyalahkan sedangkan '*i-message*' lebih berorientasi membeberkan permasalahan tanpa menyalahkan siapapun atas kejadian tersebut. Namun demikian perlu dipahami bahwa penggunaan *I-message* kadang-kadang dapat menyulitkan, karena orang tidak terbiasa untuk berbicara tentang dirinya sendiri atau mengungkapkan perasaan mereka.

Salah satu tantangan terbesar dalam berkomunikasi adalah kemampuan mendengarkan (*listening*). Kemampuan ini sangat penting agar kita dapat menyerap informasi, dan belajar memahaminya dari sudut pandang pemberi pesan.

5. Konflik Interpersonal

Secara sederhana konflik dapat dinyatakan sebagai sebuah "ekspresi perjuangan" antara dua orang atau kelompok atau lebih, yang saling berkaitan satu dengan lainnya. Mereka kemudian yang menyadari bahwa mereka lebih lagi sejalan, dan tak mungkin lagi untuk tampil bersama.

Ciri-ciri terjadinya konflik interpersonal adalah:

- Adanya ekspresi perjuangan; apabila gejala ini sudah terlihat, maka kedua belah pihak harus melakukan komunikasi untuk hal-hal yang dapat menimbulkan konflik.
- Adanya gejala saling menyalahkan antara kedua belah pihak; konflik terjadi karena mulai terjadi adanya perbedaan persepsi, sudut pandang.
- Memiliki mentalitas "*win-lose*"; berusaha untuk memenangkan posisinya tanpa memperhatikan posisi pihak lainnya.

Adanya ketiga gejala tadi telah nampak, maka perlu adanya tindakan untuk mengatasi konflik tersebut, karena hubungan interpersonal yang dibangun tentunya diharapkan dapat terjalin selama mungkin.

Konflik harus di kelola dan dikendalikan dengan cara:

- Mengevaluasi dan mempertimbangkan pendapat para pihak yang sedang konflik.
- Mengendalikan agar pihak-pihak yang sedang konflik mau mendengarkan dan mungkin menerima pendapat pihak lain, walaupun tidak menyenangkan.
- Bertindak netral dan berusaha untuk tidak berpihak.
- Masing-masing pihak harus berusaha untuk bertindak dan membuat strategi yang pada situasi “win-win solution”.

Konflik merupakan bagian dari hubungan interpersonal. Oleh karenanya mengelola konflik merupakan sesuatu yang terpenting jika diinginkan hubungan itu akan dapat bertahan lama.

6. Keberhasilan Komunikasi Interpersonal

Keberhasilan sebuah komunikasi dapat dilihat tiga komponen, yaitu:

a. *Outcome:*

Hasil komunikasi harus diketahui oleh semua pihak sehingga dapat ditentukan apa yang diinginkan, kapan, serta sumber daya yang diperlukan untuk mencapainya.

b. *Sensory Awareness:*

Penggunaan indera dan kepekaan kita untuk mengetahui apakah kita bergerak menuju hasil yang kita harapkan.

c. *Flexibility:*

Kemampuan untuk merubah hasil dan respon untuk dapat mencapai hasil yang kita inginkan.

Bahan Bacaan 6 : Macam-macam Metode mengajar untuk Membangun Komunikasi efektif dengan peserta didik

a. Pengertian Metoda

Metode berasal dari kata *meta* berarti melalui, dan *hodos* jalan. Jadi metode adalah jalan yang harus dilalui untuk mencapai suatu tujuan. Metode bisa berarti cara kerja yang bersistem untuk memudahkan pelaksanaan suatu kegiatan guna mencapai tujuan yang ditentukan. Menurut WJS. Poerwadarminta dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia, (1999:767) Metode adalah cara yang telah teratur dan terpikir baik-baik untuk mencapai suatu maksud. Berdasarkan definisi di atas, penulis dapat mengambil kesimpulan bahwa metode merupakan jalan atau cara yang ditempuh seseorang untuk mencapai tujuan yang diharapkan.

Metode mengajar adalah suatu pengetahuan tentang cara-cara mengajar yang dipergunakan oleh guru atau instruktur. Dalam pengertian lain metode adalah teknik penyajian yang digunakan oleh guru untuk mengajar atau menyajikan bahan pelajaran kepada siswa di dalam kelas agar pelajaran tersebut dapat ditangkap, dipahami dan digunakan oleh siswa dengan baik.

Mengajar sebagai bagian penting dari upaya mencapai tujuan pendidikan tidak dapat dipisahkan dari hakikat pendidikan itu sendiri sebagai suatu bentuk usaha untuk memanusiakan manusia. Jika dihubungkan dengan pengertian pendidikan diarahkan untuk meningkatkan kecerdasan serta dapat memenuhi kebutuhan pembangunan nasional dan bertanggung jawab atas pembangunan bangsa sehingga alam lingkungan sekolah dimaksudkan sebagai lembaga untuk mewujudkan tujuan pendidikan nasional sebagaimana yang ditegaskan dalam UU Republik Indonesia No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional yaitu mengembangkan potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab.

Siswa sebagai sasaran pembelajaran, dituntut untuk meningkatkan kemampuan belajarnya sehingga dapat memiliki hasil belajar yang baik agar tujuan pendidikan dapat tercapai. Dalam upaya meningkatkan hasil belajar siswa, maka salah satu

komponen yang perlu mendapat perhatian adalah penggunaan metode mengajar yang tepat agar siswa dapat menguasai dan memahami konsep-konsep materi pembelajaran dan keterampilan.

Metode mengajar merupakan salah satu aspek yang sangat penting oleh guru dalam proses belajar mengajar di sekolah. Dengan menggunakan metode mengajar yang tepat diharapkan siswa dapat memahami secara optimal materi pelajaran yang diajarkan oleh guru. Menurut Djayadisastra (1985:13) mengemukakan bahwa “berhasil tidaknya siswa dalam pembelajaran sangat tergantung pada tepat atau tidaknya metode mengajar yang dipergunakan oleh guru”.

Salah satu usaha yang tidak pernah guru tinggalkan adalah bagaimana memahami kedudukan metode sebagai salah satu komponen yang ikut ambil bagian bagi keberhasilan kegiatan belajar mengajar.

Menurut Winarno yang dikutip oleh Suryosubroto (2002:148) metode pengajaran adalah cara-cara pelaksanaan daripada proses pengajaran, atau soal bagaimana teknisnya sesuatu bahan pelajaran diberikan kepada siswa di sekolah.

b. Ragam Metoda Mengajar

Metode mengajar banyak macam dan jenisnya, setiap jenis metode mengajar mempunyai kelemahan dan kelebihan masing-masing, tidak menggunakan satu macam metode saja, mengkombinasikan penggunaan beberapa metode yang sampai saat ini masih banyak digunakan dalam proses belajar mengajar. Menurut Nana Sudjana (dalam buku *Dasar-dasar Proses Belajar Mengajar*, 1989:78 – 86), terdapat bermacam-macam metode dalam mengajar, yaitu Metode ceramah, Metode Tanya Jawab, Metode Diskusi, Metode Resitasi, Metode Kerja Kelompok, Metode Demonstrasi dan Eksperimen, Metode sosiodrama (*role-playing*), Metode *problem solving*, Metode sistem regu (*team teaching*), Metode latihan (*drill*), Metode karyawisata (*Field-trip*), Metode survai masyarakat, dan Metode simulasi. Untuk lebih jelasnya, penulis uraikan sebagai berikut:

- 1) Metode ceramah adalah penuturan bahan pelajaran secara lisan. Metode ini tidak senantiasa jelek bila penggunaannya betul-betul disiapkan dengan baik,

didukung dengan alat dan media, serta memperhatikan batas-batas kemungkinan penggunaannya. Metode ini seringkali digunakan guru dalam menyampaikan pelajaran apabila menghadapi sejumlah siswa yang cukup banyak, namun perlu diperhatikan juga bahwa metode ini akan berhasil baik apabila didukung oleh metode-metode yang lain, misalnya metode tanya jawab, latihan dan lain-lain. Guru harus benar-benar siap dalam hal ini, karena jika disampaikan hanya ceramah saja dari awal pelajaran sampai selesai, siswa akan bosan dan kurang berminat dalam mengikuti pelajaran, bahkan bisa-bisa siswa tidak mengerti apa yang dibicarakan oleh gurunya.

- 2) Metode Tanya Jawab adalah metode mengajar yang memungkinkan terjadinya komunikasi langsung yang bersifat *who way traffic*, sebab pada saat yang sama terjadi dialog antara guru dan siswa. Guru bertanya siswa menjawab atau siswa bertanya guru menjawab. Dalam komunikasi ini terlihat adanya hubungan timbal balik secara langsung antara guru dengan siswa.
- 3) Metode Diskusi adalah tukar menukar informasi, pendapat dan unsur-unsur pengalaman secara teratur dengan maksud untuk mendapat pengertian yang sama, lebih jelas dan lebih teliti tentang sesuatu atau untuk mempersiapkan dan merampungkan keputusan bersama. Oleh karena itu diskusi bukanlah debat, karena debat adalah perang mulut orang beradu argumentasi, beradu paham dan kemampuan persuasi untuk memenangkan pahamnya sendiri. Dalam diskusi tiap orang diharapkan memberikan sumbangan sehingga seluruh kelompok kembali dengan paham yang dibina bersama.
- 4) Metode Resitasi, tugas tidak sama dengan pekerjaan rumah, tetapi jauh lebih luas dari itu. Tugas dapat dilaksanakan di rumah, di perpustakaan, di sekolah atau di tempat lainnya. Tugas merangsang anak untuk aktif belajar baik secara individu maupun secara kelompok.
- 5) Metode kerja kelompok adalah siswa dalam satu kelas dipandang dalam satu kesatuan (kelompok) sendiri atau pun dibagi atas kelompok-kelompok kecil (sub-sub kelompok).

- 6) Metode demonstrasi dan eksperimen adalah metode mengajar yang sangat efektif, sebab membantu para siswa untuk mencari jawaban dengan usaha sendiri berdasarkan fakta yang benar. Demonstrasi yang dimaksud ialah suatu metode mengajar yang memperlihatkan bagaimana proses terjadinya sesuatu.
- 7) Metode sosiodrama (role-playing), sosiodrama pada dasarnya mendramatisasikan tingkah laku dan hubungannya dengan masalah sosial.
- 8) Metode problem solving, metode ini bukan sekedar metode mengajar tetapi juga merupakan satu metode berfikir, sebab dalam solving dapat menggunakan metode lainnya dimulai dari menarik data sampai menarik kesimpulan.
- 9) Metode sistem regu (team teaching), merupakan metode mengajar dua orang guru atau lebih bekerjasama mengajar sebuah kelompok siswa, jadi kelas dihadapi beberapa guru. Sistem regu banyak macamnya, sebab untuk satu regu tidak senantiasa guru secara formal saja, tetapi dapat melibatkan orang-orang luar yang dianggap perlu sesuai dengan keahlian yang kita butuhkan.
- 10) Metode simulasi, simulasi berasal dari kata simulate yang artinya pura-pura atau berbuat seolah-olah. Kata simulation artinya tiruan atau perbuatan yang pura-pura. Dengan demikian, simulasi dalam metode mengajar dimaksud sebagai cara untuk menjelaskan sesuatu (bahan pelajaran) melalui proses tingkah laku imitasi atau bermain peran mengenai suatu tingkah laku yang dilakukan seolah-olah dalam keadaan yang sebenarnya. Penggunaan simulasi sangat populer di kalangan masyarakat terutama simulasi. Contoh dalam PEMILU. Dalam belajar juga ini penting agar siswa tahu tentang kondisi riil dilapangan yang terkait dengan pembelajar konsep, masalah, dan fakta.
- 11) Pembelajaran Langsung (DL=Direct Learning). Pengetahuan yang bersifat informasi dan prosedural yang menjurus pada ketrampilan dasar akan lebih efektif jika disampaikan dengan cara pembelajaran langsung. Sintaknya adalah menyiapkan siswa, sajian informasi dan prosedur, latihan terbimbing, refleksi, latihan mandiri, dan evaluasi. Cara ini sering disebut dengan metode ceramah atau ekspositori (ceramah bervariasi).

- 12) Problem Solving. Dalam hal ini masalah didefinisikan sebagai suatu persoalan yang tidak rutin, belum dikenal cara penyelesaiannya. Justru problem solving adalah mencari atau menemukan cara penyelesaian (menemukan pola, aturan, atau algoritma). Sintaknya adalah: sajikan permasalahan yang memenuhi kriteria di atas, siswa berkelompok atau individual mengidentifikasi pola atau aturan yang disajikan, siswa mengidentifikasi, mengeksplorasi, menginvestigasi, menduga, dan akhirnya menemukan solusi.
- 13) Pembelajaran Bersiklus (*cycle learning*). Ramsey (1993) mengemukakan bahwa pembelajaran efektif secara bersiklus, mulai dari eksplorasi (deskripsi), kemudian eksplanasi (empiric), dan diakhiri dengan aplikasi (aduktif). Eksplorasi berarti menggali pengetahuan rasyarat, eksplanasi berarti mengenalkan konsep baru dan alternatif pemecahan, dan aplikasi berarti menggunakan konsep dalam konteks yang berbeda.
- 14) SAVI. Pembelajaran SAVI adalah pembelajaran yang menekankan bahwa belajar haruslah memanfaatkan semua alat indra yang dimiliki siswa. Istilah SAVI sendiri adalah kependekan dari: Somatic yang bermakna gerakan tubuh (hands-on, aktivitas fisik) di mana belajar dengan mengalami dan melakukan; Auditory yang bermakna bahwa belajar haruslah dengan melalui mendengarkan, menyimak, berbicara, presentasi, argumentasi, mengemukakan pendapat, dan menanggapi; Visualization yang bermakna belajar haruslah menggunakan indra mata melalui mengamati, menggambar, mendemonstrasikan, membaca, menggunakan media dan alat peraga; dan Intellectually yang bermakna bahwa belajar haruslah menggunakan kemampuan berpikir (minds-on) belajar haruslah dengan konsentrasi pikiran dan berlatih menggunakannya melalui bernalar, menyelidiki, mengidentifikasi, menemukan, mencipta, mengkonstruksi, memecahkan masalah, dan menerapkan.
- 15) Teams Games Tournament (TGT). Penerapan model ini dengan cara mengelompokkan siswa heterogen, tugas tiap kelompok bisa sama bisa aberbeda. Setelah memperoleh tugas, setiap kelompok bekerja sama dalam bentuk kerja individual dan diskusi. Usahakan dinamikia kelompok kohesif dan

kompak serta tumbuh rasa kompetisi antar kelompok, suasana diskusi nyaman dan menyenangkan seperti dalam kondisi permainan (games) yaitu dengan cara guru bersikap terbuka, ramah, lembut, santun, dan ada sajian bodoran. Setelah selesai kerja kelompok sajikan hasil kelompok sehingga terjadi diskusi kelas. Jika waktunya memungkinkan TGT bisa dilaksanakan dalam beberapa pertemuan, atau dalam rangka mengisi waktu sesudah UAS menjelang pembagian raport. Sintaknya adalah sebagai berikut:

- a) Buat kelompok siswa heterogen 4 orang kemudian berikan informasi pokok materi dan mekanisme kegiatan
 - b) Siapkan meja turnamen secukupnya, misal 10 meja dan untuk tiap meja ditempati 4 siswa yang berkemampuan setara, meja I diisi oleh siswa dengan level tertinggi dari tiap kelompok dan seterusnya sampai meja ke-X ditempati oleh siswa yang levelnya paling rendah. Penentuan tiap siswa yang duduk pada meja tertentu adalah hasil kesepakatan kelompok.
 - c) Selanjutnya adalah pelaksanaan turnamen, setiap siswa mengambil kartu soal yang telah disediakan pada tiap meja dan mengerjakannya untuk jangka waktu tertentu (misal 3 menit). Siswa bisa mengerjakan lebih dari satu soal dan hasilnya diperiksa dan dinilai, sehingga diperoleh skor turnamen untuk tiap individu dan sekaligus skor kelompok asal. Siswa pada tiap meja turnamen sesuai dengan skor yang diperolehnya diberikan sebutan (gelar) superior, very good, good, medium. Bumping, pada turnamen kedua (begitu juga untuk turnamen ketiga-keempat dst.), dilakukan pergeseran tempat duduk pada meja turnamen sesuai dengan sebutan gelar tadi, siswa superior dalam kelompok meja turnamen yang sama, begitu pula untuk meja turnamen yang lainnya diisi oleh siswa dengan gelar yang sama.
 - d) Setelah selesai hitunglah skor untuk tiap kelompok asal dan skor individual, berikan penghargaan kelompok dan individual.
- 16) *Jigsaw*. Model pembelajaran ini termasuk pembelajaran kooperatif dengan sintaks seperti berikut ini. Pengarahan, informasi bahan ajar, buat kelompok heterogen,

berikan bahan ajar (LKS) yang terdiri dari beberapa bagian sesuai dengan banyak siswa dalam kelompok, tiap anggota kelompok bertugas membahas bagian tertentu, tiap kelompok bahan belajar sama, buat kelompok ahli sesuai bagian bahan ajar yang sama sehingga terjadi kerja sama dan diskusi, kembali ke kelompok asal, pelaksana tutorial pada kelompok asal oleh anggota kelompok ahli, penyimpulan dan evaluasi, refleksi.

- 17) Artikulasi adalah mode pembelajaran dengan sintaks: penyampaian kompetensi, sajian materi, bentuk kelompok berpasangan sebangku, salah satu siswa menyampaikan materi yang baru diterima kepada pasangannya kemudian bergantian, presentasi di depan hasil diskusinya, guru membimbing siswa untuk menyimpulkan.
- 18) Debate adalah model pembelajaran dengan sintaks: siswa menjadi 2 kelompok kemudian duduk berhadapan, siswa membaca materi bahan ajar untuk dicermati oleh masing-masing kelompok, sajian presentasi hasil bacaan oleh perwakilan salah satu kelompok kemudian ditanggapi oleh kelompok lainnya begitu seterusnya secara bergantian, guru membimbing membuat kesimpulan dan menambahkannya bila perlu.
- 19) Role Playing, Sintak dari model pembelajaran ini adalah: guru menyiapkan scenario pembelajaran, menunjuk beberapa siswa untuk mempelajari skenario tersebut, pembentukan kelompok siswa, penyampaian kompetensi, menunjuk siswa untuk melakonkan skenario yang telah dipelajarinya, kelompok siswa membahas peran yang dilakukan oleh pelakon, presentasi hasil kelompok, bimbingan penyimpulan dan refleksi.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas 1 Diskusi Kelompok: Pengantar Identifikasi Isi Materi Pembelajaran.

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, lakukan diskusi dengan sesama peserta diklat di kelompok Anda untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

- a. Kesiapan apa yang diperlukan untuk mempelajari materi pembelajaran ini?
- b. Jelaskan kompetensi apa saja yang akan Anda capai dalam mempelajari materi pembelajaran ini?
- c. Sebutkan bahan bacaan apa saja yang ada di materi pembelajaran ini?
- d. Jelaskan cara Anda mempelajari materi pembelajaran ini?

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan **LK - 1**.

Jika Anda dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Anda bisa melanjutkan pembelajaran dengan melakukan Aktivitas Pembelajaran berikut.

Aktivitas 2 Diskusi dan Penggalan Informasi: Pengantar Komunikasi

Diskusikan dan gali informasi melalui internet tentang beberapa permasalahan berikut ini dalam kelompok Anda.

- a. Menurut Anda mengapa keterampilan komunikasi dalam kegiatan pembelajaran perlu dikuasai oleh Guru?
- b. Apa kendala umum yang terjadi yang tidak disadari oleh Guru sehingga peserta didik seringkali mengalami kesulitan menangkap materi pembelajaran ?
- c. Bagaimana cara mengatasi hambatan komunikasi oleh Guru?

Jawablah permasalahan tersebut dalam kelompok dan tuliskan jawabannya pada **LK-2**. Selanjutnya salah satu kelompok mempresentasikan hasil diskusinya dan kelompok lain memberi tanggapan, dan widyaiswara/fasilitator bersama peserta didik memberi kesimpulan untuk penguatan materi.

Aktivitas 3: Teknik Komunikasi Efektif di Kelas

- a. Jelaskan mengapa komunikasi yang dilakukan oleh Guru harus benar-benar efektif?
Akibat apa yang ditimbulkan, jika komunikasi di kelas tidak efektif?
- b. Berikan penjelasan dan contoh aplikasi dalam pembelajaran di kelas terhadap hal-hal berikut ini:
 - 1) Keterampilan Bahasa
 - 2) Bahasa Tubuh
- c. Bagaimana mengatasi kesulitan peserta didik dalam berkomunikasi?

Aktivitas 4: Komunikasi Efektif

1. Mengapa teknik komunikasi efektif penting?
2. Jelaskan jenis kegiatan yang harus anda lakukan dalam suatu pekerjaan?
3. Jelaskan 5 hukum komunikasi efektif dan berikan penjelasannya?
4. Jelaskan beberapa kebiasaan mendengar yang buruk?
5. Jelaskan beberapa kebiasaan mendengar yang baik?

Aktivitas 5: Komunikasi Interpersonal

A. Proses Interpersonal

Baca pertanyaan no 1 sampai dengan 15, kemudian berikan jawaban dengan salah satu pengertian sebagai berikut.

- A. Encode
- B. Decode
- C. Channel
- D. Message/Umpan balik
- E. Noise/Gangguan
- F. Context/Lingkungan

1. Anak-anak bermaksud membuat videotape sendiri dan mengirimkan ke neneknya, daripada menulis surat.
2.Herman berusaha mencari jalan untuk memberitahukan kepada ida, bahwa ia tidak dapat ikut berlibur ke Bali.
3.Ida menafsirkan pernyataan Herma bahwa ia tidak dapat menemaninya pergi berlibur ke Bali, sebagai ungkapan Herwan ia tidak mencintai Ida lagi.
4.Ruangan itu begitu panas dan penuh asap rokok, keadaan ini menyebabkan Ari sulit untuk berkonsentrasi pada pembicaraan temannya.
5.Lina tersenyum pada saat Lukito berbicara kepadanya.
6.Lusi sedang berkhayal tentang kencannya dengan Hary pada saat Dudi berbicara dengan dia.
7.,karena Jakob belum pernah menikah, maka sulit baginya untuk memahami mengapa Lina yang sudah menikah, berniat mengurangi waktu bertemunya dengan Jakob.
8.Richard berpikir bahwa Jon akan meninggalkan dia, pada saat Jon melambaikan tangannya.
9.Erin berasal dari keluarga kaya, dan Ketu berasal dari keluarga sederhana. Mereka memiliki konflik yang sangat serius bagaimana mereka mengelola uang
10.Jessica memutuskan untuk berbohong pada kelompoknya tentang alasan mengapa ia tidak hadir dalam rapat yang diadakan kemarin

11.”Sya menolak untuk berangkay”, kata Dadi.

12.Levi berhasil mengemukakan alasan yang tepat untuk menyakinkan orang tuanya agar membeli sebuah mobil baru untuknya.

B. Sifat Pasif, Asersif dan Agresif

1. Sebutkan paling sedikit 7 hal yang hilang sebagai akibat dari sifat non-asertif atau pasif yang anda miliki
2. Sebutkan paling sedikit 5 hal yang anda peroleh sebagai akibat dari sifat anda yang asertif.
3. Sebutkan kerugian yang anda peroleh sebagai akibat sifat agresif yang anda miliki.
4. Apa yang anda akan lakukan, apabila anda berdiskusi dengan orang yang memiliki tendensi selalu ingin menang.
5. Tahapan apa yang akan anda lakukan dalam mempertahankan pendapat dan konsep anda.

C. Studi Kasus

Pada saat Negara kita terkena gempa bumi dan tsunami, beredar berita tentang prediksi akan terjadi tsunami di daerah-daerah lain. Akibat dari berita ini banyak penduduk yang panic, terutama setelah ada pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab menyampaikan pada masyarakat melalui SMS.

Telaah masalah ini dipandang dari sudut Komunikasi Interpersonal.

LEMBAR KERJA KB 1

TEKNIK KOMUNIKASI EFEKTIF DALAM PEMBELAJARAN

LK – 01 mengidentifikasi isi Materi Pembelajaran

1. Kesiapan apa yang diperlukan untuk mempelajari materi pembelajaran ini?

.....

.....

.....

.....

2. Jelaskan kompetensi apa saja yang akan Anda capai dalam mempelajari materi pembelajaran ini?

.....

.....

.....

.....

3. Sebutkan bahan bacaan apa saja yang ada di materi pembelajaran ini?

.....

.....

.....

.....

4. Jelaskan cara Anda mempelajari materi pembelajaran ini?

.....

.....

.....

.....

LK – 02 Diskusi dan penggalan Informasi tentang perlunya pemanfaatan media dalam pembelajaran

1. Menurut Anda mengapa keterampilan komunikasi dalam kegiatan pembelajaran perlu dikuasai oleh Guru?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Apa kendala umum yang terjadi yang tidak disadari oleh Guru sehingga peserta didik seringkali mengalami kesulitan menangkap materi pembelajaran?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Bagaimana cara mengatasi hambatan komunikasi oleh Guru?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

LK - 03. Diskusi dan menggali informasi penerapan TIK dalam pembelajaran

1. Setelah Anda mempelajari bahan bacaan 3, dari beberapa contoh penerapan TIK yang diberikan, contoh mana yang memungkinkan dan sesuai untuk diterapkan dalam kegiatan pembelajaran di sekolah Anda!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Mengapa Anda memilih contoh tersebut?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Bagaimana langkah yang Anda lakukan untuk menerapkan TIK tersebut dalam kegiatan pembelajaran di kelas?

.....

.....

.....

.....

.....

LK 4: Komunikasi Efektif

1. Mengapa teknik komunikasi efektif penting?.....
.....
.....
2. Jelaskan jenis kegiatan yang harus anda lakukan dalam suatu pekerjaan?
.....
.....
3. Jelaskan 5 hukum komunikasi efektif dan berikan penjelasannya?
.....
.....
4. Jelaskan beberapa kebiasaan mendengar yang buruk?
.....
.....
5. Jelaskan beberapa kebiasaan mendengar yang baik?
.....
.....

LK - 05 : Komunikasi Interpersonal

1. Sebutkan paling sedikit 7 hal yang hilang sebagai akibat dari sifat non-asertif atau pasif yang anda miliki

.....
.....
.....

2. Sebutkan paling sedikit 5 hal yang anda peroleh sebagai akibat dari sifat anda yang asertif.

.....
.....

3. Sebutkan kerugian yang anda peroleh sebagai akibat sifat agresif yang anda miliki.

.....
.....

4. Apa yang anda akan lakukan, apabila anda berdiskusi dengan orang yang memiliki tendensi selalu ingin menang.

.....
.....
.....

5. Tahapan apa yang akan anda lakukan dalam mempertahankan pendapat dan konsep anda.

.....

LK - 06 : Macam – macam Metode Mengajar untuk Membangun Komunikasi efektif

Dengan Peserta Didik

1. Untuk membangun komunikasi efektif dalam pembelajaran metode apa saja yang sering Anda gunakan di kelas?

.....
.....
.....

2. Lakukan simulasi penerapan salah satu metode mengajar sehingga terjadi komunikasi yang efektif?

.....
.....
.....

3. Berdasarkan metode yang Anda pilih apa keuntungan dan kelemahan dari masing-masing metode tersebut?

.....
.....
.....

Tugas # 1 (Mandiri):

Buatlah suatu pesan kepada siswa Anda, dalam satu bentuk format memo. Isi memo: Anda ingin meminta siswa anda agar mempersiapkan tim untuk membahas rencana pembuatan mebel yang kegiatannya mencakup rancangan berkenaan dengan penggunaan mesin, proses penyiapan bahan, hingga pembuatan dan uji coba.

Tugas # 2 (Mandiri):

Siapkan RPP Anda! Buatlah tinjauan dari segi komunikasi terhadap materi yang ada; kemudian tetapkan apa saluran komunikasi yang akan Anda gunakan agar proses penyampaian materi itu efektif dan efisien.

Buatlah dalam bentuk tabulasi skenario.

Permainan # 1 (Kelompok): **Pesta Telepon** (waktu 15 menit).

- Anda diminta membentuk kelompok yang terdiri dari 5 orang;
- Setiap orang menggunakan *ear-plug* atau *headset*
- Anggota kelompok nomor 1, menyampaikan pesan (yang akan diberikan oleh Widyaiswara/Fasilitator)
- Buat sebuah analisis atas apa yang terjadi (bentuk file ms-word, cantumkan kelompok dan nama peserta tiap kelompok) dan email ke: guruku.luarbiasa@gmail.com

E. Rangkuman

1. Sebagai manusia yang memiliki kebutuhan, hubungan personal akan terjadi hubungan baik akan berkembang. Keterkaitan untuk membuka diri, dan kepercayaan, dalam membentuk dan memelihara hubungan sosial dalam jangka panjang. Oleh karena itu komunikasi antara sesama manusia sangat penting terutama bagi pendidik/guru dalam melaksanakan pembelajaran di kelas..
2. Pesan atau informasi yang dikirim dalam dua tahap secara bersamaan yaitu secara verbal dan non verbal, dan untuk memiliki komunikasi yang efektif, perlu diperhitungkan faktor-faktor yang berpengaruh ruang dimana komunikasi itu terjadi, pesan verbal atau non verbal, arti yang dimaksud dengan arti yang diterima bisa saja berbeda.

3. Beberapa unsur penting dalam komunikasi yaitu adanya pengirim (*sender*), penerima pesan (*reciver*), saluran (*channel*), balikan (*feedback*), pesan (*massage*), dan persepsi (*perception*) hal ini sangat berpengaruh terhadap komunikasi yang akan terjadi.
4. Penyebab kegagalan komunikasi karena tingkatan kejelasan pesan, mendorong timbulnya balikan, penggunaan bahasa yang sederhana, mendengarkan secara efektif dan membangun rasa percaya diri, oleh karena itu untuk dapat berkomunikasi dengan orang lain maka seseorang harus memahami dirinya sendiri terlebih dahulu karena konsep diri akan mempengaruhi cara seseorang berkomunikasi.
5. Dalam komunikasi interpersonal; yang sering terabaikan adalah menjadi penerima atau pendengar yang baik. Untuk menjadi penerima atau pendengar yang baik dibutuhkan kemampuan untuk mendengarkan.
6. Berkomunikasi dengan peserta didik sangatlah penting bagi guru dalam proses pembelajaran, dengan berkomunikasi yang baik akan menyampaikan berupa informasi, gagasan, arahan, harapan dan kejelasan materi pembelajaran. Melalui komunikasi guru akan dapat memotivasi sekaligus mengarahkan peserta didik untuk belajar lebih baik.
7. Beberapa metoda pembelajaran yang dapat digunakan di kelas sehingga terjadi komunikasi secara efektif baik siswa dengan siswa, siswa dengan guru.

F. Tes Formatif (Per kegiatan pembelajaran. Berupa Tes Lisan, atau Tulisan, dan Perbuatan)

1. Apa yang dimaksud dengan komunikasi?
2. Mengapa Guru harus mampu berkomunikasi dengan baik?
3. Bagaimana proses komunikasi terjadi?

G. Kunci Jawaban

1. Komunikasi adalah proses penyampaian pesan dari satu pihak kepada pihak yang lain
2. Komunikasi merupakan hal mutlak bagi guru, oleh karena itu dijadikan sebagai salah satu komponen dari standar kompetensi guru (Permendiknas Nomor 16 Tahun 2007)
3. Membuat/menggambarkan diagram proses komunikasi (sederhana atau lengkap)

Uji Kompetensi:

Guru diminta untuk mempersiapkan sebuah topik pembelajaran yang memiliki tingkat kompetensi (C3).

Presentasi di amati oleh rekan dalam kelas, kemudian memberikan masukan terhadap aspek berikut:

1. Apakah guru tersebut berbicara dengan bahasa yang jelas?
2. Seberapa baik tata bahasa yang digunakan?
3. Berapa banyak kosa-kata yang dikuasai?
4. Apakah terdapat pelafalan yang kurang tepat?
5. Apakah Anda mengalami hal yang sama dengan rekan Anda yang melakukan presentasi?
6. Apa saran bagi guru tersebut untuk meningkatkan kemampuan komunikasinya agar semakin baik dan efektif?

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 :PENGUKURAN SUDUT DAN JARAK

A. Tujuan

Setelah mempelajari unit ini, diharapkan peserta diklat dapat :

1. Menjelaskan cara pengukuran sudut dan jarak dengan benar.
2. Melakukan cara pengukuran sudut dan jarak sesuai urutan/langkah kerja.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi yang harus dikuasai setelah mengikuti kegiatan belajar ini adalah, peserta dapat :

1. Memahami dan melakukan pengukuran sudut baik sudut horizontal maupun sudut vertikal.
2. Memahami dan melakukan pengukuran jarak dengan beberapa macam alat pengukur jarak.

C. Uraian Materi Pelajaran

Seperti diketahui bahwa tujuan utama pengukuran tanah adalah menentukan posisi, sedangkan posisi suatu titik sangat tergantung pada pengukuran sudut dan jarak. Oleh karena itu sudut dan jarak sangat penting untuk dipelajari secara khusus. Dengan mengetahui penggunaan sudut dan jarak diharapkan Anda dapat memperluas penggunaannya di bidang pengukuran tanah.

Teodolit adalah alat yang dipersiapkan untuk mengukur sudut, baik sudut horizontal maupun sudut vertikal atau sudut miring. Alat ini dilengkapi dua sumbu, yaitu sumbu vertikal atau sumbu kesatu, sehingga teropong dapat diputar ke arah horizontal dan sumbu horizontal atau sumbu kedua, sehingga teropong dapat diputar ke arah vertikal. Dengan kemampuan gerak ini dan adanya lingkaran berskala horizontal dan lingkaran berskala vertikal, maka alat ini dapat digunakan untuk mengukur sudut horizontal dan vertikal.

Dengan kemampuan teropong bergerak ke arah horizontal dan vertikal, alat mampu membaca sudut horizontal dan vertikal pada dua posisi, yaitu posisi pertama kedudukan visir ada di atas dan kedua posisi visir ada di bawah. Bidikan saat posisi visir

di atas disebut posisi biasa, sedangkan bila posisi visir di bawah disebut posisi luar biasa. Bacaan sudut horizontal pada posisi biasa dan luar biasa akan berselisih 180° atau 220° .

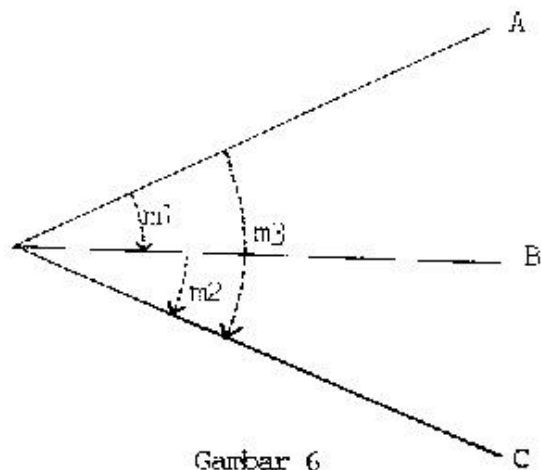
Adanya bacaan biasa dan luar biasa ini dapat digunakan sebagai koreksi bacaan, yaitu bila bacaan biasa dan luar biasa dari satu arah bisikan tidak berselisih 180° atau 220° , berarti ada kesalahan baca, sehingga dapat segera dilakukan perbaikan. Pada pengukuran yang tidak menghendaki tingkat ketelitian yang tinggi, biasanya pembacaan cukup dilakukan pada posisi biasa.

Alat ini juga dapat digunakan untuk mengukur jarak bila pada diafragma dilengkapi benang stadia. Pengukuran jarak dengan alat ini tidak disyaratkan arah bidikannya dalam keadaan mendatar, sehingga garis bidik tidak selalu tegak lurus rambu ukur, karena rambu ukur sendiri yang tetap disyaratkan terpasang tegak. Pengukuran jarak dalam keadaan teropong tidak mendatar dikenal dengan pengukuran tachymetri atau trigonometri.

1. PENGUKURAN SUDUT

a. Pengukuran sudut horisontal dapat dilakukan dengan 2 cara :

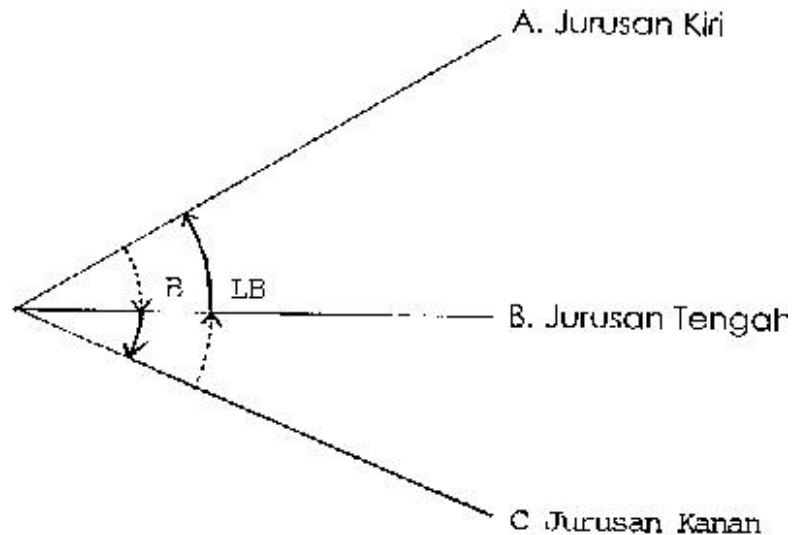
- 1). Cara repetisi atau sering disebut pengukuran sudut



Gambar 2. 1 Pengukuran sudut cara repetisi

Pengukuran sudut dengan cara ini dapat dilakukan berulang-ulang dan hanya digunakan untuk mengukur satu sudut (dua jurusan).

- 2). Cara reiterasi atau sering disebut pengukuran jurusan/arah. Hal ini disebabkan karena umumnya lingkaran horisontal pada theodolit ini dilengkapi dengan kompas. Cara ini digunakan untuk mengukur beberapa sudut (beberapa jurusan).



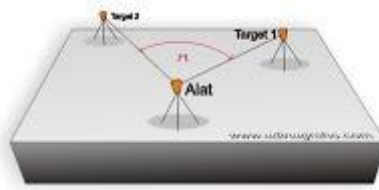
Gambar 2. 2 Pengukuran sudut cara reiterasi

Pengukuran 1 seri (pengukuran sudut dimana teropong berada dalam posisi biasa dan luar biasa).

	Target	Bacaan	Sudut	Rata-rata
B	A	0° 10' 15"	52° 59' 15"	52° 59' 10"
	B	53° 9' 30"	64° 8' 35"	
	C	117° 18' 5"		
LB	C	297° 18' 00"	64° 8' 35"	64° 8' 35"
	B	233° 9' 25"	52° 59' 5"	
	A	180° 10' 20"		

Dalam pengukuran poligon, sudut yang digunakan ialah sudut yang mempunyai putaran searah jarum jam, jika anda membuat sudut 90 ° berlawanan arah

jarum jam maka sudut yang dihasilkan adalah 270° (sesuai dengan arah jarum jam). Cara pengukuran sudut dilakukan seperti gambar di bawah ini :



Gambar 2. 3 Pengukuran sudut 1 seri

Pertama bidik target 1, Set 0° pada bacaan horizontalnya. Setelah itu bidik target 2. Catat bacaan Horizontalnya. Sudut yang dibentuk dari gambar di atas adalah hasil pengurangan dari bacaan target 2 dikurangi bacaan target 1, jika pada bacaan target 2 sebesar $270^\circ 00' 30''$ maka sudut yang di hasilkan adalah $270^\circ 00' 30'' - 00^\circ 00' 00'' = 270^\circ 00' 30''$ (dikarenakan bacaan target 1 diset nol derajat). Ulangi sampai 2 atau 3 kali dengan set bacaan horizontal yang berbeda di target 1, (contoh : 30° , 90°). Pengulangan ini bertujuan untuk memperkecil kesalahan dan menghindari human error atau salah pencatatan.

Selain itu gunakan bacaan luar biasa dan biasa, (satu sesi atau satu seri), langkahnya :

Sudut biasa :

- Bidik target 1,
- Set Nol pada bacaan horizontalnya, jangan lupa dicatat,
- Bidik target 2 dan catat bacaannya,

Sudut Luar Biasa :

- Putar 180° derajat baik vertikal ataupun secara horizontal,
- Kembali bidik target 2, tanpa mengubah hasil bacaan horizontalnya,
- Catat hasil bacaan di target 2, Hasil bacaan di target 2 seharusnya memiliki selisih kurang lebih 180° derajat dengan bacaan target 2 saat pengukuran sudut biasa
- Setelah itu kembali bidik ke target 1, catat hasil bacaannya. Hal ini dinamakan 1 Seri, mempunyai 2 besaran sudut (Biasa dan Luar

biasa), hal ini untuk menghindari efek kesalahan pada alat, untuk pengecekannya dapat di lihat selisih antara bacaan awal dan akhir pada target 1 ataupun 2, seharusnya selisih tidak terlalu jauh di angka 180 derajat.

b. Pengukuran Sudut Tegak

Sudut tegak ada 2 macam yakni sudut zenith dan sudut miring. Sudut zenith dimulai dari arah zenith sampai ke target, sedangkan sudut miring dimulai dari arah mendatar teropong sampai ke target. Atau dengan kata lain Sudut miring(helling) (h) adalah Sudut yang dihitung terhadap arah mendatar pada skala lingkaran vertikal.

Artinya: Bila teropong dalam keadaan mendatar, bacaan sudut vertikal = 0.

Sedangkan sudut zenith (Z) adalah Sudut yang terbentuk dihitung terhadap arah vertikal (tegak) pada skala lingkaran vertikal.

Artinya: Bila teropong dalam keadaan mendatar bacaan sudut vertikal = 90°.

Dasar penentuan besarnya sudut vertikal pada 2 sistem tersebut disebabkan karena perbedaan jenis/konstruksi theodolit yang umumnya perbedaan konstruksi pada skala lingkaran vertikal.

Untuk jenis theodolit yang menggunakan miring/helling sebagai sudut vertikal h:

Besarnya sudut miring dengan batasan $-90^\circ < h < 90^\circ$

$h > 0$ bila target lebih tinggi daripada teropong theodolit

$h < 0$ bila lebih rendah dari pada teropong theodolit

Untuk jenis theodolit yang menggunakan zenit sebagai sudut vertikal Z:

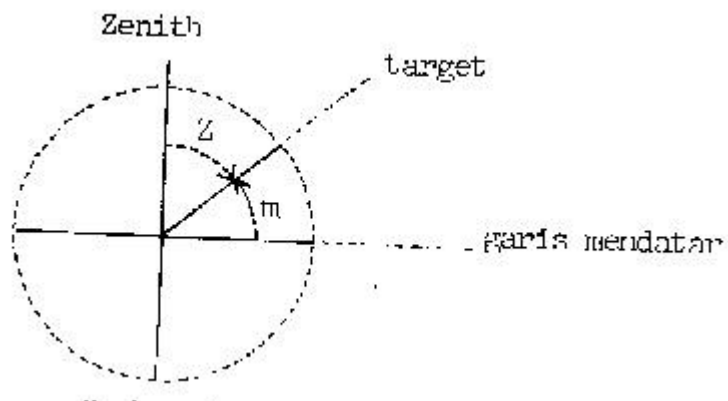
Besar sudut zenit dengan batasan $0^\circ, Z, 180^\circ$ dan $180^\circ < Z < 360^\circ$

Bila target bidik lebih tinggi dari pada teropong theodolit, maka $Z < 90^\circ$ atau $270^\circ < Z < 270^\circ$

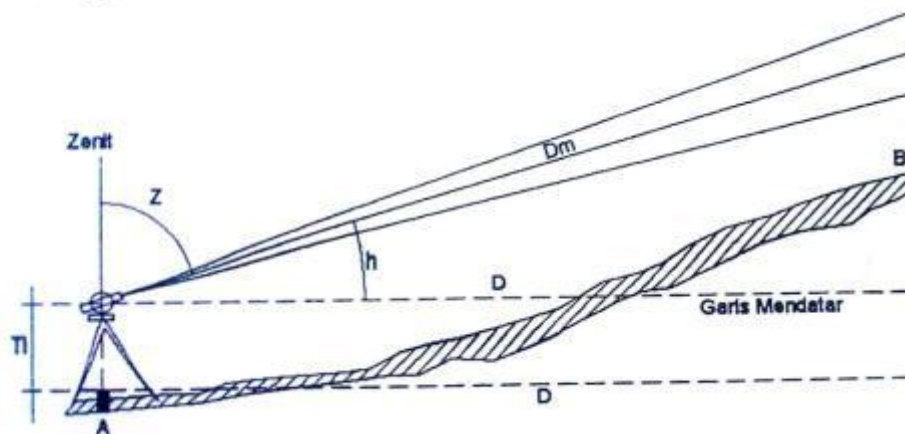
Hubungan antara sudut zenith dan sudut miring:

$$z + h = 90^\circ$$

Kedua macam sudut tegak ini umumnya digunakan untuk mencari jarak datar dan beda tinggi antara dua buah titik.



Gambar 2. 4 Sudut tegak (sudut miring dan sudut zenith)



Gambar 2. 5 Pengukuran sudut tegak untuk mencari beda tinggi dan jarak

Keterangan :

A, B : Nama titik/patok

Dm : Jarak Miring

D : Jarak Datar

Δh : Jarak Vertikal/Beda Tinggi

h : Sudut Miring

Z : Sudut Zenit

Ti : Tinggi Alat

P : Jarak Vertikal/Garis Mendatar Terhadap Bacaan Tengah Benang

2. Pengukuran Jarak

Pengukuran jarak dapat dilakukan secara :

- langsung.
- tidak langsung.

a. Pengukuran jarak langsung dapat diperoleh dengan menggunakan :

- ✓ Kayu ukur.

Kayu ukur jarak dibuat dari kayu yang kering betul dan panjangnya 3 m atau 5 m. Penampangnya berbentuk oval dengan ukuran di tengah 5 cm dan ujungnya 3 cm. Kedua ujung kayu ukur dilengkapi dengan besi yang sedemikian rupa, hingga garis yang menyatakan ujung kayu ukur itu, dari dua kayu ukur dapat diletakkan saling tegak lurus.

Pada pengukuran jarak dengan kayu ukur selalu digunakan dua batang kayu ukur. Dan warnanya berbeda tiap meternya.

Pengukuran jarak di lapangan yang datar yaitu dengan meletakkan kedua kayu ukur jarak saling bergantian.



Gambar 2. 6 Kayu ukur.

- ✓ Pita ukur.

Meteran, sering disebut pita ukur atau tape karena umumnya tersaji dalam bentuk pita dengan panjang tertentu. Sering juga disebut rol meter karena

umumnya pita ukur ini pada keadaan tidak dipakai atau disimpan dalam bentuk gulungan atau rol.

Meteran mempunyai spesifikasi antara lain :

- Satuan ukuran yang digunakan ada 2 satuan ukuran yang biasa digunakan, yaitu satuan Inggris (inch, feet, yard) dan satuan metrik (mm, cm, m)
- Satuan terkecil yang digunakan mm atau cm , inch atau feet.
- Daya muai, yaitu tingkat pemuaian akibat perubahan suhu udara.
- Daya regang, yaitu perubahan panjang akibat tegangan atau tarikan.
- Penyajian angka nol. Angka atau bacaan nol pada meteran ada yang dinyatakan tepat di ujung awal meteran dan ada pula yang dinyatakan pada jarak tertentu dari ujung awal meteran.
- Ada tiga jenis meteran atau pita ukur, yaitu:
- Meteran atau Pita Ukur dari Kain (Metalic Cloth)
- Meteran atau pita ukur ini terbuat dari kain linen dan anyaman kawat halus yang terbuat dari tembaga atau kuningan. Meteran ini mempunyai sifat fleksibel, mudah rusak, pemuaianya besar, dan tingkat ketelitiannya sangat rendah.
- Meteran atau Pita Ukur dari Baja (Steel Tape).
- Meteran atau pita ukur ini terbuat dari bahan baja dan mempunyai sifat agak kaku, tahan lama, tahan air, pemuaianya kecil, dan tingkat ketelitiannya agak teliti atau sedang.
- Meteran atau Pita Ukur Baja Alloy (Steel Alloy).
- Meteran atau pita ukur ini terbuat dari bahan campuran antara baja dan nikel. Meteran ini mempunyai sifat tahan lama, tahan air, hampir tidak dipengaruhi suhu, pemuaianya hanya 1/3 dari meteran baja, dan tingkat ketelitiannya tinggi atau lebih teliti dari jenis pita ukur atau meteran yang lain.
- Cara menggunakan alat ini relatif sederhana, cukup dengan merentangkan meteran ini dari ujung satu ke ujung lain dari objek yang diukur. Namun

demikian untuk hasil yang lebih akurat cara menggunakan alat ini sebaiknya dilakukan sebagai berikut:

- Lakukan oleh 2 orang
- Seorang memegang ujung awal dan meletakkan angka nol meteran di titik yang pertama
- Seorang lagi memegang rol meter menuju ke titik pengukuran lainnya, tarik meteran selurus mungkin dan letakan meteran di titik yang dituju dan baca angka meteran yang tepat di titik tersebut.



Gambar 2. 7 Pita ukur

Macam-macam alat ukur tanah jarak langsung :

- ✓ Kayu ukur, terbuat dari kayu yang panjangnya 3 atau 5 m dan berskala. Skala terkecil adalah 0,1 m.
- ✓ Pita ukur kain, terbuat dari bahan kain. Pita ukur kain ini jarang digunakan karena kurang kuat dan cepat rusak. Panjangnya antara 10 – 50 m dan lebarnya sekitar 15 mm.

Meteran ini mempunyai sifat sebagai berikut :

- Fleksibel
- Mudah rusak
- Pemuaianannya besar
- Dan tingkat ketelitiannya sangat rendah
- ✓ Pita ukur fiber, terbuat dari serat rami dan diperkuat dengan anyaman kawat halus dan ada pula yang terbuat dari campuran serat gelas (fiberglass). Pita ukur

ini ringan, tidak mudah bengkok, dan mudah memakainya. Kelemahannya sangat mudah memuai dan menyusut akibat kelembaban udara.

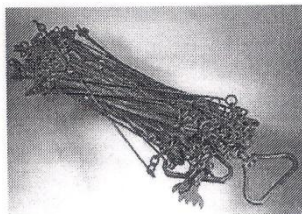
- ✓ Pita ukur baja, terbuat dari baja karbon atau baja anti karat. Skala terkecil 1 mm. Pemuaian dan penyusutan pita ukur baja tergantung pada perubahan temperatur dan tegangan. Angka muai pita ukur baja sekitar $12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$.

Meteran ini mempunyai sifat sebagai berikut :

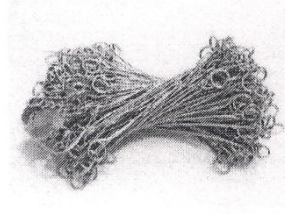
- Agak kaku
- Tahan lama
- Tahan air
- Pemuaianannya kecil
- Tingkat ketelitiannya agak teliti atau sedang
- ✓ Pita ukur invar, terbuat dari campuran tahan panas yaitu campuran baja dan nikel.
- ✓ Rantai ukur, terbuat dari bahan baja dan terdiri dari batang-batang pendek yang dihubungkan satu sama lain dengan simpul-simpul berbentuk lingkaran (mata rantai).

Macam-macam rantai ukur :

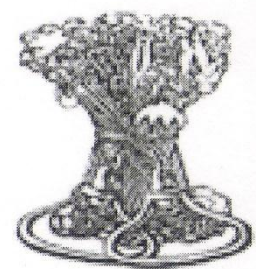
- Rantai Gunter.
- Rantai Jurutera.
- Rantai metrik.



Rantai Jurutera



Rantai Gunter



Rantai metrik

Gambar 2. 8 Rantai Ukur

✓ Odometer.

Odometer merupakan alat sederhana berupa roda yang dapat digelindingkan pada tongkat pengangannya. Yang paling sederhana pada rodanya dipasang per yang pada setiap putaran akan menyentuh pengangan alat dan mengeluarkan bunyi. Pada alat yang lebih maju pada pengangannya dipasang alat hitung putaran (Counter) atau bahkan alat yang langsung menyatakan jarak yang ditempuhnya, seperti halnya speedometer pada motor.

Kegunaan

Kegunaan alat ini adalah untuk mengukur jarak.

Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat ini dibedakan dari ukuran panjang jari-jari lingkarannya.

Jenis Alat

Seperti telah dikemukakan di atas jenis alat ini hanya dibedakan dari kelengkapan alatnya, ada yang hanya sekedar bunyi pada setiap putaran dan bunyi itu dihitung secara manual, ada yang hitungannya dicatat pada alat hitung jumlah putarannya dan ada yang langsung menunjukkan jarak yang ditempuhnya.

Cara Menggunakan.

Cara menggunakan alat ini relatif mudah, yaitu :

- (1) Letakkan alat di ujung satu dari objek yang akan diukur.
- (2) Gelindingkan rodanya menuju ujung lain dari objek yang akan diukur (Bila jarak lurus yang diinginkan, maka arahnya harus lurus, tapi bila harus belok-belok mengikuti bentuk objek yang diukur seperti jalan atau saluran, maka jalurnya harus mengikuti objek yang diukur tadi).
- (3) Menghitung putaran roda.
- (4) Menghitung jarak, yaitu sama dengan jumlah putaran kali lingkaran roda



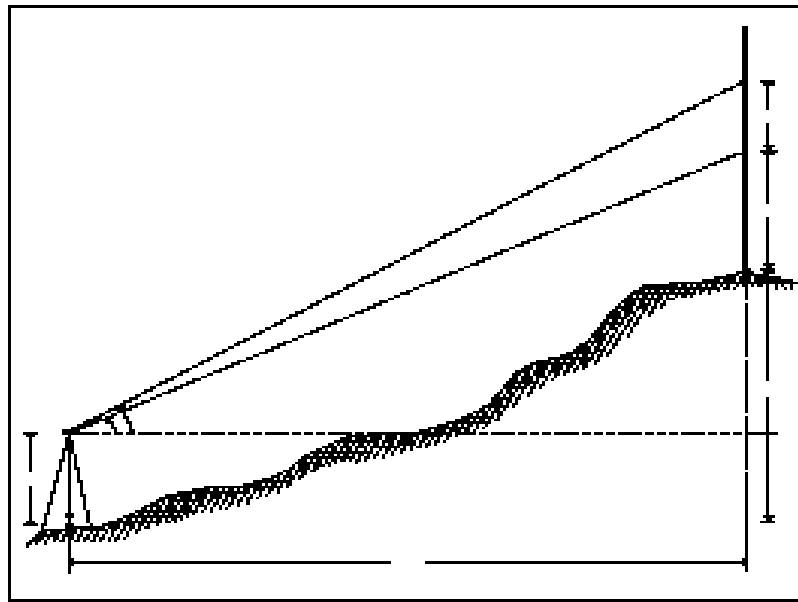
Gambar 2. 9 Odometer

Dari pengukuran ini jarak dapat diperoleh secara langsung.

b. Pengukuran jarak tak langsung dapat diperoleh dengan menggunakan :

- ✓ Theodolit dan substenbar (basis mendatar).

Jarak mendatar HD antara titik P dan Q akan ditentukan. Theodolit ditempatkan di titik P dan rambu diletakkan tegak di titik Q. Garis bidik diarahkan ke A di rambu dan dibaca sudut miring di A (m_A). Kemudian garis bidik diarahkan ke B dan dibaca sudut miringnya (m_B). Selisih pembacaan skala rambu di A dan B menghasilkan jarak $S = AB$.



Gambar 2. 10 Pengukuran jarak dengan basis mendatar

Dari gambar, dapat dilihat bahwa :

$$S = BE - AE$$

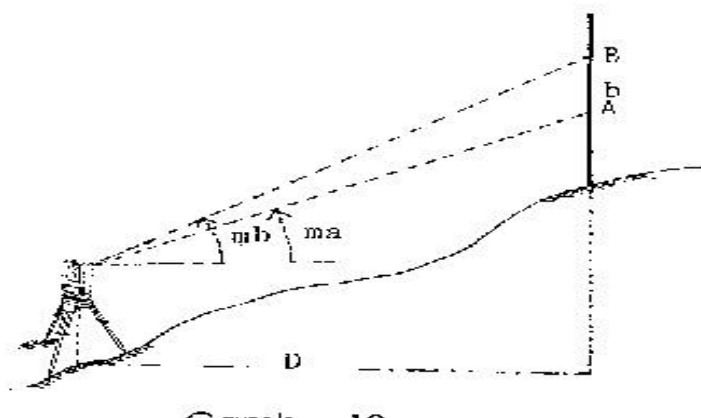
$$= OE \cdot \tan mB - OE \cdot \tan mA$$

$$= D (\tan mB - \tan mA)$$

Maka :

$$D = \frac{S}{(\tan mB - \tan mA)}$$

✓ Theodelit dan rambu (Basis tegak).



Gambar 2. 11 Pengukuran jarak dengan basis tegak

m_a = sudut miring ke A

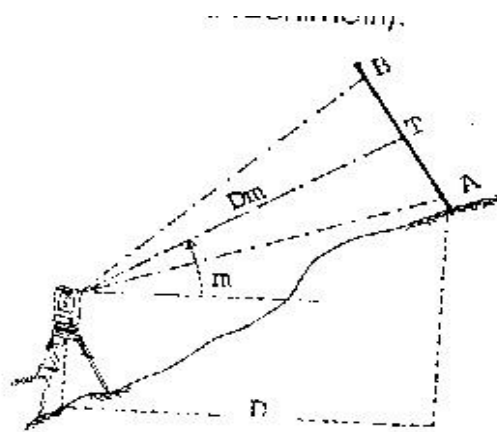
m_b = sudut miring ke B

b

$D = \frac{b}{\tan m_b - \tan m_a}$

$\tan m_b - \tan m_a$

- ✓ Theodelit dengan menggunakan benang silang dan rambu (metoda tachimetri)

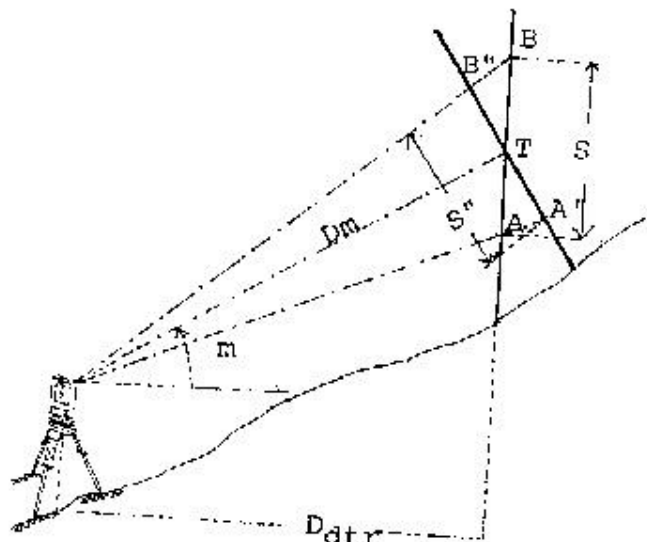


Gambar 2. 12

Pengukuran jarak metoda tachimetri pada posisi rambu tegak terhadap garis bidik

$$D_m = 100 (B - A) = 100.S''$$

$$D_{dtr} = D_m \cdot \cos m = 100.S'' \cdot \cos m.$$



Gambar 2. 13

Pengukuran jarak metoda tachimetri pada posisi rambu tidak tegak terhadap garis bidik.

Perhitungan :

Perhatikan segitiga TAA" dan TBB"

$$TA'' = TA \cdot \cos m$$

$$TB'' = TB \cdot \cos m$$

$$A''B'' = AB \cdot \cos m$$

$$S'' = S \cdot \cos m$$

$$\text{Sehingga } Dm = 100 \cdot S \cdot \cos m$$

$$\begin{aligned} Ddtr &= 100 \cdot S \cdot \cos m \cdot \cos m \\ &= 100 \cdot S \cdot \cos^2 m \end{aligned}$$

D. Aktivitas Pembelajaran

Sebelum saudara melakukan kegiatan lebih lanjut, jawablah pertanyaan-pertanyaan dibawah ini secara individual.

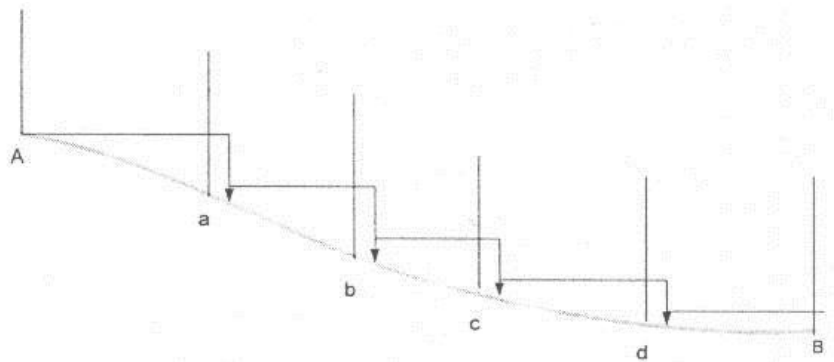
1. Apa perbedaan pengukuran sudut cara repetisi dan pengukuran sudut cara reiterasi?.
2. Bagaimana mengetahui suatu theodelit mengukur sudut zenith atau sudut miring?.

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan **LK-00**. Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran berikut ini.

Aktivitas 1. Melakukan pengukuran jarak

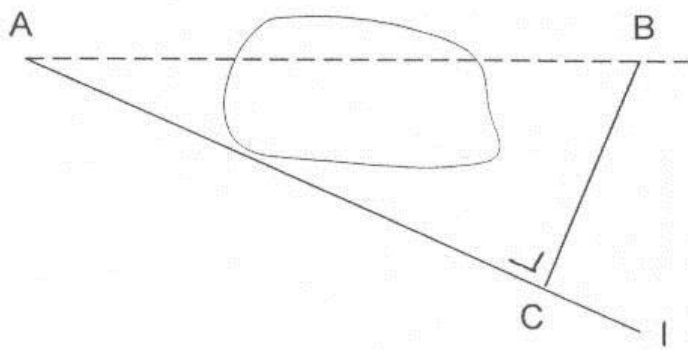
Saudara diminta mencoba melakukan pengukuran jarak berikut ini :

1. Berapa jarak mendatar antara titik A dan titik B.



Gambar 2. 14 Pengukuran jarak pada tanah miring

2. Berapa jarak antara titik A dan titik B yang terhalang.

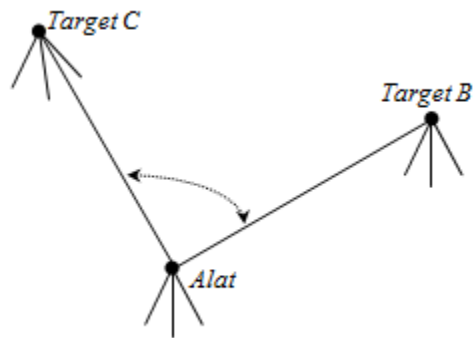


Gambar 2. 15 Pengukuran jarak yang terhalang

Apa yang Saudara temukan setelah melakukan kegiatan pengukuran jarak antara titik-titik tersebut? Apakah ada hal-hal yang baik atau sebaliknya yang saudara temukan? Diskusikan hasil pengamatan Saudara dengan anggota kelompok Saudara. Isikan langkah kerjanya kedalam LK-01.

Aktivitas 2. Melakukan pengukuran sudut

Saudara diminta mencoba melakukan pengukuran sudut berikut ini :



Gambar 2. 16 Pengukuran sudut

Lakukanlah pengukuran sudut dengan cara repetisi dan cara reiterasi, lalu bandingkan hasilnya. Mana yang lebih teliti.

E. Rangkuman

Kegiatan pembelajaran 2 membahas tentang :

1. Pengukuran sudut.
2. Pengukuran jarak.

F. Tes Formatif

Berilah tanda silang pada lembar jawaban a,b,c atau d pilihan yang anda anggap paling benar.

1. Suatu alat yang dipakai untuk mengukur panjang jalan yang akan diperbaiki adalah :
 - a. pasometer
 - b. pedometer
 - c. menpometer
 - d. odometer
2. Pada pengukuran jarak dengan rantai ukur pemakaian pen ukur untuk :
 - a. meluruskan arah pengukuran
 - b. memberi tanda titik-titik yang akan diukur
 - c. memberi tanda titik-titik yang telah diukur

- d. menahan rantai dan tarikan
- 3. Sifat-sifat dari pita kain linen adalah seperti tersebut di bawah ini kecuali :
 - a. jelas dan mudah penggunaannya
 - b. mudah kena air dan menyusut
 - c. mudah pemakaiannya tidak terpuntir/berbelit dan tidak mengacaukan
 - d. panjangnya dapat berubah karena tarikan
- 4. Alat ukur jarak secara langsung yang paling teliti adalah :
 - a. pita baja
 - b. rantai ukur
 - c. invar tape
 - d. pita ukur metalic
- 5. Pada pengukuran sudut dengan clinometer, bidikan diarahkan pada target dengan:
 - a. tinggi target setinggi permukaan tanah
 - b. tinggi target sembarang
 - c. tinggi target setinggi alat clinometer
 - d. tinggi target setinggi yalon
- 6. Jika jarak pengukuran lurus di lapangan = 25 hm dan skala gambar 1:25.000 maka jarak ukuran dalam kertas gambar ialah :
 - a. 10 mm
 - b. 100 mm
 - c. 1000 mm
 - d. 10.000 mm
- 7. Untuk meluruskan arah antara dua titik yang akan diukur jaraknya dengan pita ukur, dipergunakan alat :
 - a. unting-unting
 - b. clinometer
 - c. pen ukur
 - d. yalon
- 8. Jarak antara titik di lapangan ialah panjang yang menyatakan :
 - a. hubungan tidak langsung arah vertikal antara dua titik

- b. hubungan langsung arah horizontal antara dua titik
 - c. hubungan langsung arah vertikal antara dua titik
 - d. hubungan tidak langsung arah horizontal antara dua titik
9. Suatu pengukuran jarak pada tanah yang miring dengan pita ukur didapat jarak miring $L = 27,459$ m jika sudut kemiringan diukur dengan clinometer terdapat 4° , maka jarak datarnya adalah :
- a. 27,239 m
 - b. 27,923 m
 - c. 27,931 m
 - d. 27,392 m
10. Alat sederhana yang umum dipakai untuk mengukur sudut kemiringan adalah :
- a. curvimeter
 - b. altimeter
 - c. planimeter
 - d. clinometer
11. Jika pada pengukuran jarak diketahui jarak miring = 41,740 m, sudut kemiringan = $7^\circ.14'.12''$ maka jarak datarnya adalah :
- a. 5,350 m
 - b. 41,804 m
 - c. 5,308 m
 - d. 41,408 m
12. Di bawah ini yang termasuk kumpulan kesalahan positif pada pengukuran jarak dengan rantai kecuali :
- a. kelenturan rantai tidak diperhitungkan
 - b. terbukanya cincin penghubung
 - c. tegangan tarik melebihi yang diizinkan
 - d. temperatur terlalu tinggi
13. Untuk memproyeksikan titik pada garis dapat menggunakan :
- a. barometer
 - b. curvimeter

- c. odometer
 - d. pentaprisma
14. Untuk mengukur sudut jurusan dapat menggunakan alat :
- a. pita ukur
 - b. penta prisma
 - c. kompas
 - d. klinometer
- 15 .Hasil pengukuran jarak dengan pita ukur baja adalah 842,64 m. Panjang pita ukur yang digunakan adalah 30 m. Setelah dicek dengan pita standar ternyata pita ukur kurang panjang sebesar 0,005 m. Jadi panjang hasil pengukuran yang sebenarnya adalah:
- a. 842,780 m
 - b. 842,645 m
 - c. 842,635 m
 - d. 842,500 m
16. Dibawah ini termasuk sudut dan arah pada bidang datar, kecuali :
- a. sudut arah
 - b. sudut jurusan
 - c. zenith
 - d. sudut dalam
17. Dibawah ini termasuk sudut vertikal ,kecuali:
- a. deflection angle
 - b. nadir
 - c. elevasi
 - d. depresi
18. Dari hasil bacaan dengan kompas didapat :
- Bacaan muka titik A = $237^{\circ}, 30'$
- Bacaan belakang titik B = $14^{\circ}, 30'$
- Maka besar sudut yang diukur adalah:
- a. 108°

- b. 137°
- c. 223°
- d. 252°

19. Dari hasil pengukuran sudut horisontal dengan pesawat theodolit didapat:

Bacaan muka titik P = $7^\circ 38' 52''$

Bacaan belakang titik Q = $342^\circ 16' 59''$

Maka besar sudut yang diukur adalah

- a. $10^\circ 4' 9''$
- b. $25^\circ 21' 53''$
- c. $334^\circ 38' 7''$
- d. $349^\circ 55' 51''$

20. Jika sudut arah pada kuadran III besarnya 24° , maka besar sudut jurusannya adalah:

- a. 66°
- b. 114°
- c. 156°
- d. 204°

G. Kunci Jawaban

1. d. odometer
2. c. memberi tanda titik yang tela di ukur.
3. c. mudah pemakaiannya tidak terpuntir/berbelit dan tidak mengacaukan .
4. c. invar tape
5. c. tinggi target setinggi alat clinometers.
6. b. 100 mm
7. d. yalon
8. b. hubungan langsung arah horisontal antara dua titik.
9. d. 27,392 m
10. d. clinometer
11. d. 41,408 m
12. a. kelenturan rantai tidak diperhitungkan
13. d. penta prisma
14. c. kompas .
15. d. 842,500 m
16. c. zenit
17. a. deflection angle
18. c. 223°
19. b. $334^{\circ} 38' 7''$
20. d. 204°

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3 : PENGUKURAN BEDA TINGGI

A. Tujuan

Setelah mempelajari materi ini, diharapkan peserta diklat mampu :

1. Menjelaskan pengukuran beda tinggi dengan cara barometris, trigonometris dan cara sipat datar dengan benar .
2. Melakukan pengukuran beda tinggi dengan cara barometris, trigonometris dan cara sipat datar sesuai langkah kerjanya.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi.

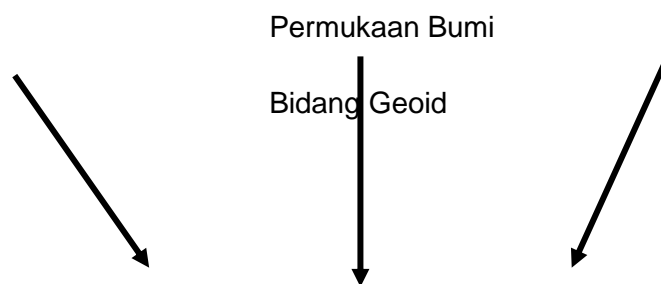
Setelah mempelajari kegiatan belajar 3, peserta dapat :

1. Melakukan pengukuran beda tinggi dengan cara barometris.
2. Melakukan pengukuran beda tinggi dengan cara trigonometris.
3. Melakukan pengukuran beda tinggi dengan cara sipat datar.

C. Uraian Materi Pelajaran.

▪ Pengertian Sipat Datar

Yang dimaksud dengan sipat datar adalah : cara pengukuran (proses) yang menentukan tinggi titik/evaluasi atau menentukan beda tinggi antara titik yang satu dengan titik-titik lainnya. Tinggi titik-titik itu ditentukan terhadap suatu bidang persamaan, yang umumnya disebut bidang nivo pada permukaan air laut pukul rata atau geoid (gambar 1).

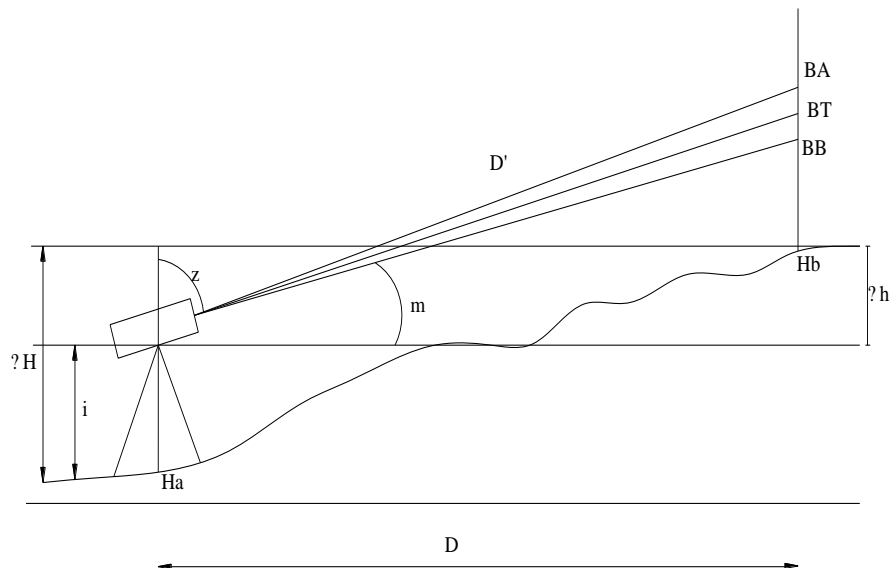


Gambar 3. 1 Bidang Geoid

▪ Cara Penentuan Tinggi Titik

Cara penentuan beda tinggi/tinggi titik dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu :

- Cara barometris : cara ini sangat tidak teliti karena pengukurannya berdasarkan tekanan atmosfer udara. Sedang tekanan atmosfer udara di tiap-tiap tempat tidak sama.
- Cara trigonometris : cara ini lebih baik dari pada cara barometris, tetapi masih kurang teliti karena caranya dengan mengukur sudut elevasi (m), atau depresi (d) dan sudut zenith (z) dari garis penghubung dua titik yang akan di ukur beda tingginya (gambar 15).



Gambar 3. 2 Pengukuran cara trigonometris

Cara sipat datar : cara ini lebih baik dari kedua cara tersebut di atas, karena pengukurannya mempergunakan alat sipat datar yang dikonstruksi dengan berpedoman pada sipat gaya berat. Sehingga dengan alat ini dapat di ukur horizontal atau garis horizontal.

- Pengukuran Beda Tinggi Cara Barometris.

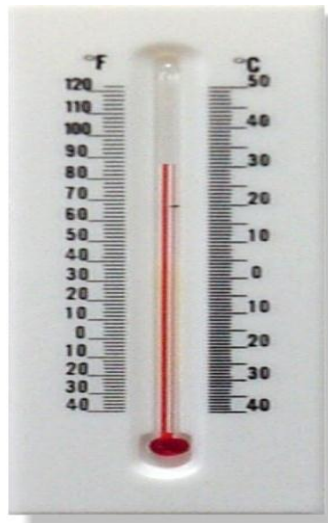
- Pengukuran beda tinggi dengan alat Barometer.

Beda tinggi antara dua titik dapat diukur dengan cara mengukur tekanan atmosfer udara pada kedua tempat titik tersebut dengan suatu alat yang disebut

barometer. Tekanan atmosfer pada suatu tempat tergantung pada kolom atmosfer yang berada di atasnya, yang besarnya tergantung dari ketinggiannya dipermukaan bumi. Prinsip pengukurannya adalah dengan cara mengukur tekanan untuk memperoleh beda tinggi. Pengukuran barometrik ini hasilnya masih belum dapat dikatakan teliti, karena tekanan atmosfer ini besarnya tergantung dari temperatur, kelembaban udara, kepadatan udara dan gaya tarik bumi. Oleh sebab itu dari hasil pembacaan barometer perlu diadakan koreksi terhadap temperatur maupun gravitasi bumi. Sedang ketelitiannya tergantung dari cara pengukurannya dan jenis alat yang dipergunakan. Untuk mengukur beda tinggi antara dua titik A dan B dapat menggunakan sebuah barometer saja, atau dapat pula mempergunakan dua barometer. Alat-alat yang dipergunakan adalah : barometer, termometer dan hygrometer (gambar 16a, 16b dan 16c).



Gambar 3. 3 Barometer aneroid (hampa udara)



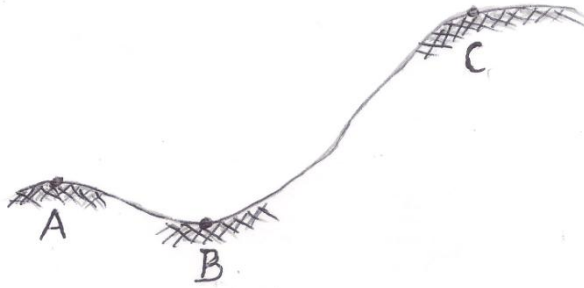
Gambar 3. 4 Barometer aneroid (hampa udara)



Gambar 3. 5 Barometer aneroid (hampa udara)

Cara Pengukuran :

Misalkan kita akan mengukur beda tinggi antara titik A dengan titik B dan C adalah sebagai berikut (gambar 17)



Gambar 3. 6 Bagan pengukuran dilapangan

- Alat yang dipergunakan, sebuah barometer dan sebuah termometer.
- Tempatkan termometer dan barometer di titik A dan catat hasil bacaannya.
- Bawalah termometer dan barometer menuju titik B dan C, kemudian kembali menuju ke titik A, melalui titik B dan C. Pada setiap titik yang dilalui bacalah termometer dan barometer, lalu di catat hasilnya dengan menggunakan tabel.
- Dengan menggunakan rumus beda tinggi tertentu dapat dicari beda tingginya. Jika titik A diketahui tingginya, maka dapat dihitung tinggi B dan C.

Untuk lebih jelasnya disini akan diberikan contoh perhitungan dari hasil data lapangan.

Contoh : Dari hasil pengamatan dilapangan seperti tabel dibawah:

Tabel 3. 1 Tabel pengukuran beda tinggi cara barometris

WAKTU	TITIK AWAL (A)		TITIK LAPANGAN			t Rata-rata
	P ₁ mm Hg	t (°C)	ST A	P ₂ mm Hg	t (°C)	
t ₀ = 7,30	792,2	-	A	790,8	-	-
t ₁ = 7.45	892,7	23,4	B	795,0	23,6	23,5
t ₂ = 8.00	793,1	25,1	C	761,1	24,3	24,7
t ₃ = 8.15	792,8	26,4	C	760,9	26,6	26,5
t ₄ = 8.30	291,8	27,3	B	794,2	27,3	27,3
t ₅ = 8.45	791,4	-	A	790,3	-	-

Dari tabel pengamatan tersebut ternyata terdapat perbedaan tekanan udara antara barometer ke I dengan barometer ke II pada awal pengukuran jam 7.30 , yaitu sebesar :

$$P_2 - P_1 = 790,8 - 792,2 = - 1,4 \text{ mm Hg}$$

Demikian pula pada akhir pengukuran pada jam 8.45 terdapat selisih tekanan udara sebesar :

$$P_2 - P_1 = 790,3 - 791,4 = - 1,1 \text{ mm Hg}$$

$$\text{Harga rata-rata} = \frac{(-1,4) + (-1,1)}{2} = - 1,25 \text{ mm Hg}$$

Karena barometer yang dipakai sebagai pengukuran dilapangan adalah barometer ke II, maka barometer ke I harus diberi koreksi sebesar $-1,25$ mm Hg.

Sehingga harga P_1 di titik awal (A) menjadi :

$$\text{Pada jam 7.30} = 792,2 - 1,25 = 790,95$$

$$\text{Pada jam 7.45} = 792,7 - 1,25 = 791,45$$

$$\text{Pada jam 8.00} = 793,1 - 1,25 = 791,85$$

$$\text{Pada jam 8.15} = 792,2 - 1,25 = 791,55$$

$$\text{Pada jam 8.30} = 791,8 - 1,25 = 790,55$$

$$\text{Pada jam 8,45} = 791,4 - 1,25 = 791,15$$

Secara sederhana beda tinggi antara dua titik dapat dihitung dengan rumus:

$$h_2 - h_1 = \bar{K} \log \left(\frac{P_1}{P_2} \right) \frac{T}{T_s}$$

$$\text{Dimana } \bar{K} = \frac{P_s}{M \cdot S_s \cdot g_s} = \text{parameter}$$

M = Modulus log Brigg

S_s = Kepadatan udara standar

g_s = (gravity) percepatan gaya berat

Apabila menggunakan harga standar sebagai berikut :

$P_s = 101325 \text{ N/m}^2$ yang sesuai dengan tekanan 760 mm Hg pada temperatur 0°C dan $g = 9,80665 \text{ N/kg}$.

$S_s = 1,2928 \text{ kg/m}^3$ pada temperatur 0°C dan tekanan 760 mm Hg.

$g_s = 9,80665 \text{ N/kg}$ pada ketinggian nol dan lintang 45° .

Maka harga parameternya

$$\begin{aligned}\bar{K} &= \frac{101325}{(0,4342945)(1,2928)(9,80665)} \\ &= \frac{101325}{5,506001792} \\ &= 18402,645\end{aligned}$$

Dengan demikian rumus beda tinggi menjadi :

$$h_2 - h_1 = 18402,645 \cdot \frac{T}{T_s} \log \left(\frac{P_1}{P_2} \right).$$

Dimana $P_1 =$ tekanan udara pada h_1 dalam mm Hg

$P_2 =$ tekanan udara pada h_2 dalam mm Hg

$T =$ temperatur udara rata-rata pada ketinggian h_1 dan $h_2 + ^\circ\text{K}$
 $= (t + 273).$

$T_s =$ temperatur udara standar 273°K

Dimana $t =$ temperatur rata-rata pada kedua tempat yang dicari beda tingginya dalam $^\circ\text{C}$.

Hasil pengamatan pada tabel tersebut di atas apabila dihitung dengan rumus :

$$h_2 - h_1 = 18402,645 \cdot \frac{T}{T_s} \log \left(\frac{P_1}{P_2} \right). \text{ adalah :}$$

$$\begin{aligned}h(A-B) &= 18402,645 \cdot \frac{24,7+273}{273} \log \left(\frac{791,45}{795,0} \right) \\ &= -38,847 \text{ m}\end{aligned}$$

$$h(A-C) = 18402,645 \cdot \frac{24,7+273}{273} \log \left(\frac{791,85}{761,1} \right).$$

$$= 345,186 \text{ m}$$

$$h(C-A) = 18402,645 \cdot \frac{26,5+273}{273} \log \left(\frac{791,55}{760,9} \right)$$

$$= 346,257 \text{ m}$$

$$h(B-A) = 18402,645 \cdot \frac{27,3+273}{273} \log \left(\frac{790,55}{794,2} \right)$$

$$= -40,497 \text{ m.}$$

Dari hasil tersebut di atas, rata-ratanya adalah :

$$h(A-B) \text{ rata-rata} = \left(\frac{-38,847 - 40,497}{2} \right) \text{ m} = -39,672 \text{ m}$$

$$h(A-C) \text{ rata-rata} = \left(\frac{345,186 \text{ m} + 346,257 \text{ m}}{2} \right) = 345,721 \text{ m}$$

$$h(B-C) = h(A-C) - h(A-B)$$

$$= (345,721 \text{ m}) - (-39,672 \text{ m}) = 385,393 \text{ m}$$

Misalkan diketahui tinggi titik A (h_A) = + 583 m.

maka tinggi titik B (h_B) = 583 m + (-39,672 m) = 543,328 m.

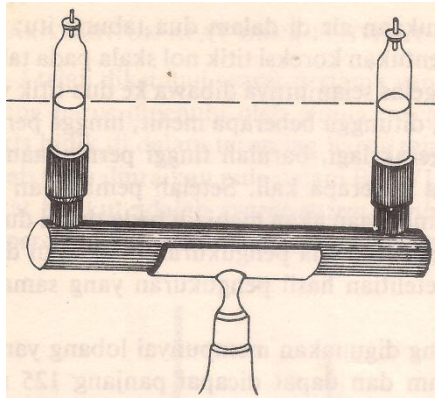
tinggi titik C (h_C) = 583 m + 345,721 m = 928,721 m

atau $h_B + h(B-C) = 543,328 \text{ m} + 385,393 \text{ m} = 928,721 \text{ m}$

○ Pengukuran Sipat Datar Tabung Gelas.

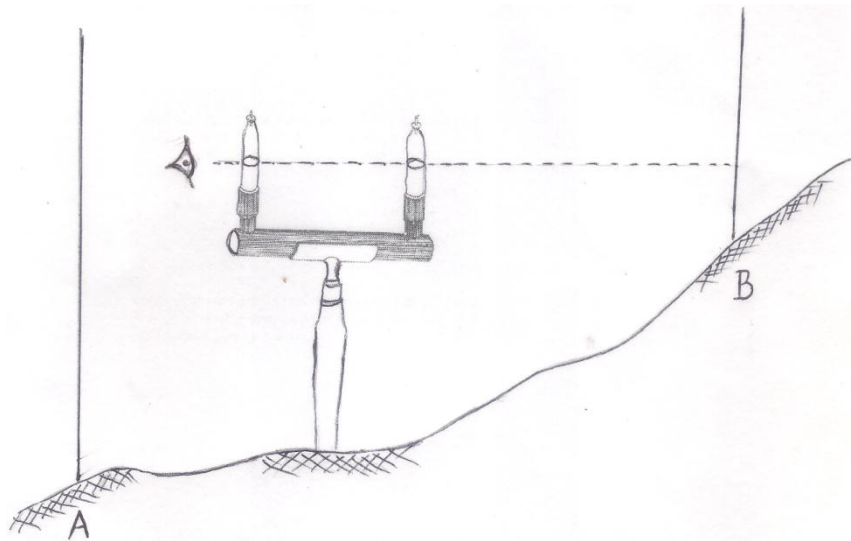
Alat ukur ini sangat sederhana sekali terdiri dari dua tabung gelas yang dihubungkan dengan pipa logam yang diletakkan di atas kaki tiga (statif). Tabung gelas dan pipa logam diisi dengan zat cair yang berwarna.

Pengisian zat cair pada tabung gelas jangan terlalu penuh sehingga dapat dilihat permukaan zat cair pada kedua tabung gelas tersebut (gambar 5).



Gambar 3. 7 Alat sipat datar tabung gelas

Alat sipat datar tabung gelas pada saat sekarang ini sudah jarang digunakan karena disamping ketelitian membidik sangat terbatas, juga penggunaan alat ini harus ekstra hati-hati karena tabung gelasnyanya mudah pecah. Cara penggunaan alat ini adalah sebagai berikut (gambar 19).



Gambar 3. 8 Pengukuran sipat datar dengan tabung gelas

- Tempatkan sipat datar tabung gelas yang sudah diisi dengan air berwarna di antara dua titik A dan B yang akan di ukur beda tingginya.
- Pasang patok pada titik A dan tempatkan tongkat ukur atau rambu ukur di atas patok A tegak lurus.
- Bidik tongkat ukur atau rambu ukur di A melalui kedua permukaan zat cair pada tabung gelas dan catat bacaan belakang.

- Pasang patok pada titik B dan tempatkan tongkat ukur atau rambu ukur di atas patok B tegak lurus.
- Bidik tongkat ukur atau rambu di B melalui kedua permukaan zat cair pada tabung gelas dan catat bacaannya sebagai hasil bacaan muka.
- Misalkan bacaan rambu belakang sama dengan b dan bacaan rambu muka adalah m, maka beda tinggi antara A dan B adalah :

$$h = b - m$$

Jika ketinggian titik A telah diketahui, maka tinggi titik B dapat dihitung, yaitu :

$$T_B = T_A + h$$

○ Pengukuran Sipat Datar Slang Plastik

Alat ukur sipat datar yang paling sederhana, murah dan mudah di dapat adalah slang plastik. Waktu dulu sebelum ada slang plastik, untuk membuat bidang datar orang mempergunakan slang karet yang ada pada kedua ujung tabung gelas ini terbuka sehingga apabila slang karet diisi dengan air, maka kedua permukaan air pada tabung gelas akan terlihat dan dalam keadaan setimbang. Ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi dalam menggunakan alat ini, adalah :

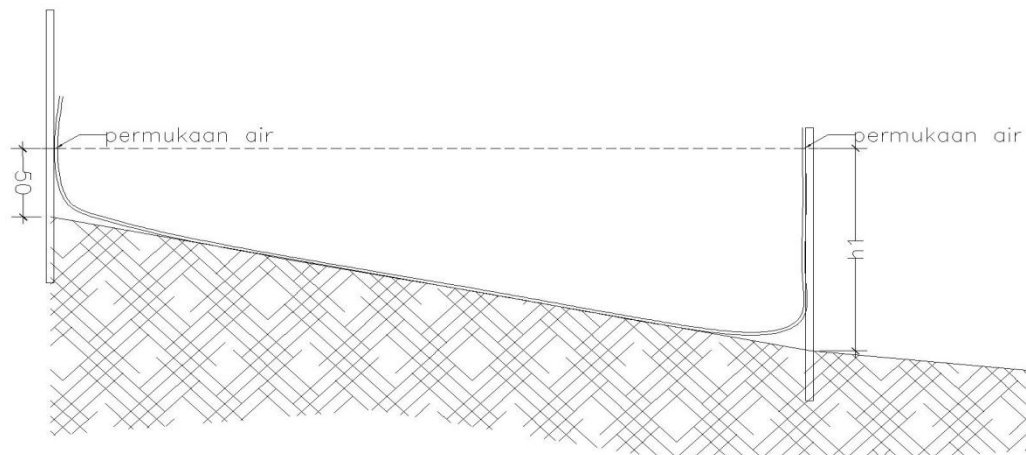
- Di dalam slang tidak boleh ada gelembung-gelembung udara.
- Tidak boleh ada kebocoran
- Slang jangan sampai terpuntir atau terlipat
- Jangan sampai ada kotoran yang menyumbat di dalam slang.

Pada saat sekarang ini dengan telah diketemukannya slang plastik bening, maka orang lebih suka menggunakan slang plastik. Keuntungan mempergunakan slang plastik ini adalah :

- ✓ Kedua permukaan zat cair pada slang plastik bening telah dapat terlihat sehingga tidak perlu lagi mempergunakan tabung gelas.
- ✓ Keadaan di dalam slang plastik dapat terlihat dengan jelas sehingga adanya gelembung udara atau kotoran secara cepat dapat diketahui dan dihilangkan.
- ✓ Penggunaannya lebih mudah, ringan dan harganya relatif lebih murah dibandingkan slang karet.

Cara Pengukuran Beda Tinggi Dengan Slang Plastik

Untuk mengukur beda tinggi antara dua titik dengan slang plastik dapat dilakukan sebagai berikut (gambar 20).

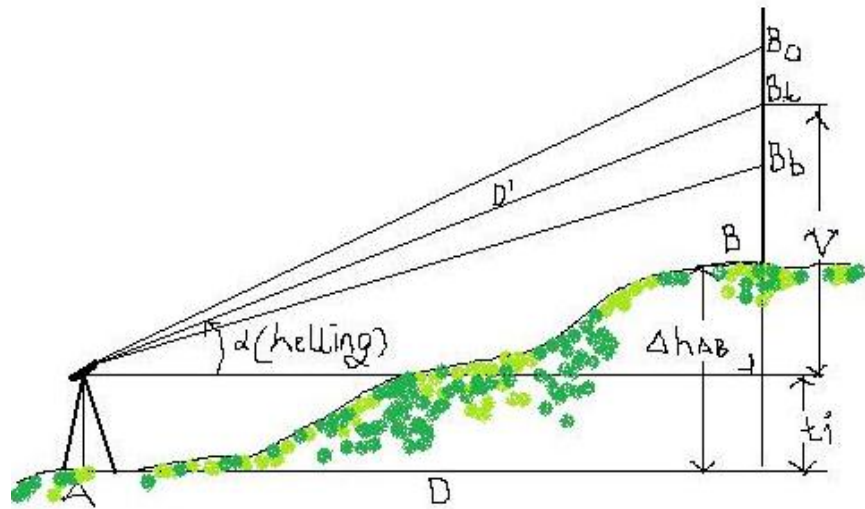


Gambar 3. 9 Pengukuran beda tinggi dengan slang plastik

- ✓ Pekerjaan ini dapat dilakukan oleh dua orang.
- ✓ Siapkan slang plastik diameter 10 mm dengan panjang secukupnya (antara 25 m sampai 100 m), kemudian di isi dengan air yang bersih.
- ✓ Pasang tongkat ukur atau rambu ukur pada kedua titik A dan B yang akan di ukur beda tingginya, kemudian tempelkan ujung-ujung plastik pada kedua tongkat atau rambu di A dan di B.
- ✓ Pastikan bahwa tongkat atau rambu dalam keadaan tegak lurus dan slang bebas dari gelembung atau terpuntir.
- ✓ Setelah kedua permukaan dalam keadaan tenang, kemudian baca dan catat hasil bacaannya. Atau dapat dengan cara mengukur tinggi permukaan air sampai ke titik A maupun titik B.
- ✓ Jika hasil bacaan di titik A adalah h_1 dan bacaan di titik b h_2 , maka beda tinggi titik A dan B adalah :

$$h = h_1 - h_2$$

- Pengukuran Beda Tinggi Cara Trigonometris.
Pada pengukuran tinggi secara trigonometris ini beda tinggi diperoleh secara tidak langsung, karena yang diukur adalah sudut miringnya (helling) atau sudut zenit. Apabila jarak mendatar atau jarak miringnya diketahui atau diukur, maka dengan memakai hubungan geometris dapat dihitung beda tinggi yang hendak ditentukan itu. (Lihat gambar 21).



Gambar 3. 10 Pengukuran beda tinggi cara trigonometris

Keterangan. :

A = tempat berdiri instrumen

B = titik yang akan dicari tingginya

i = tinggi instrumen

α = sudut miring (helling)

D' = jarak miring antara titik A dan titik B

D = jarak mendatar antara titik A dan titik B

Ba = pembacaan rambu/baak ukur (benang atas)

Bt = pembacaan rambu/baak ukur (benang tengah)

Bb = pembacaan rambu/baak ukur (benang bawah)

Benang tengah sebagai cheking $2 Bt = Ba + Bb$

Unsur-unsur yang diukur adalah : i, Z, Ba (pembacaan benang atas), Bt (pembacaan benang tengah) dan BB (pembacaan benang bawah)

Sehingga perhitungannya adalah :

$$D = A (Ba - Bb) \times \cos^2 \alpha + B \cos \alpha$$

A = konstanta pengali, besarnya biasa dipakai 100

B = konstanta penambah, dianggap kecil sekali, maka B = 0

Jadi jarak datar adalah :

$$D = 100 (B_a - B_b) \times \cos^2 \alpha$$

Hitungan beda tinggi adalah :

$$\sum h_{AB} = D \times \tan \alpha + i - B_t$$

$\sum h_{AB}$ = beda tinggi antara titik A dan titik B

Jadi tinggi titik B adalah :

$$H_B = H_A + \sum h_{AB}$$

- Pengukuran Beda Tinggi Cara Sipat Datar.

Cara penentuan tinggi titik ataupun beda tinggi, yang paling teliti adalah dengan alat sipat datar optik. Ada beberapa jenis instrumen sipat datar yang sering dipergunakan untuk pengukuran, diantaranya adalah sebagai berikut :

- Macam- macam sipat datar :

- Instrumen Sipat Datar Jenis Y (weye)

Instrumen sipat datar jenis Y ini terdiri sebuah teropong yang didukung oleh penyangga yang berbentuk huruf Y. Teropong ini dapat diangkat dari penopangnya dan diputar ujungnya dengan melepas pasak pengancing bagian atas penopang teropong. Karena instrumen ini banyak bagian yang dapat disetel pada waktu pengukuran, maka konstruksinya dibuat agar mudah penyetelannya pada saat pengukuran. Akibat seringnya disetel-setel, maka kemungkinan aus adalah besar. Sehingga alat ini sekarang sudah tidak digunakan lagi.

- Instrumen Sipat Datar Semua Tetap (Sumpy Levels)

Instrumen sipat datar Dumpy level ini hampir sama dengan instrumen sipat datar Y. Hanya saja bagian yang dapat digerakkan telah dipasang mati dari pabriknya, sehingga sumbu ke II telah tegak lurus dengan sumbu ke I. Secara mekanis instrumen ini sangat stabil, sehingga ada yang menyebutkan tipe kasar.

- Instrumen Sipat Datar Semua Tetap Dengan Pengungkit (Tilting Levels).

Instrumen sipat datar tilting levels ini adalah satu jenis alat sipat datar yang banyak dipergunakan dalam dunia pengukuran dan cocok untuk hampir

semua pekerjaan pengukuran sipat datar. Instrumen Tilting level ini berbeda dengan Dumpy level karena sumbu ke I dan sumbu ke II tidak dipasang mati, melainkan dapat diatur. Teropongnya dapat diungkit sedikit dengan sekrup pengungkit. Oleh karena itu jenis ini juga sering disebut tipe jungkit. Dengan adanya teropong dapat diungkit sedikit dari sendinya, maka apabila sumbu ke I penyetelannya kurang vertikal sedikit, sumbu ke II dapat didatarkan dengan sekrup pengungkit.

- Instrumen Sipat Datar Otomatik

Instrumen sipat datar otomatis ini mempunyai prisma kompensator yang terdapat di dalam teropong. Dengan adanya prisma kompensator ini maka jika kedudukan teropong kurang datar sedikit, garis bidik akan dapat mendatar dengan sendirinya.

Prisma kompensator yang digantung ini berfungsi untuk membuat garis bidik tetap mendatar walaupun teropong kurang mendatar sedikit. Jadi berbeda dengan tilting level maupun Dumpy level yang menggunakan pertolongan nivo tabung untuk membuat garis bidik mendatar. Pada automatic level ini hanya mempunyai satu nivo yaitu nivo kotak yang berfungsi untuk membuat sumbu ke satu vertikal.

Bedanya automatic level dengan tilting level ini adalah sebagai berikut :

- a. Pada instrumen sipat datar automatic hanya mempunyai satu nivo kotak. Pada instrumen sipat datar tilting level mempunyai dua nivo yaitu nivo kotak dan nivo tabung.
- b. Pada instrumen sipat datar automatic tidak dapat diungkit teropongnya. Sedang pada tilting level teropongnya dapat diungkit.
- c. Pada instrumen automatic level dilengkapi dengan kompensator, sedang pada tilting level tidak mempunyai kompensator.

- Penyetelan Instrumen Sipat Datar

Instrumen sipat datar atau pesawat sipat datar sebelum digunakan untuk mengukur perlu diadakan pengecekan dan penyetelan untuk mengetahui

kebenaran dari alat tersebut. Alat sipat datar yang rusak atau tidak memenuhi persyaratan, jika digunakan untuk mengukur akan menyebabkan hasil ukurannya tidak benar atau kurang teliti. Adapun persyaratan yang harus dipenuhi oleh pesawat sipat datar adalah sebagai berikut :

- ✓ Syarat Utama : Garis bidik teropong harus sejajar dengan garis arah nivo.
- ✓ Syarat Kedua : Garis arah nivo harus tegak lurus pada sumbu ke satu.
- ✓ Syarat Ketiga : Garis mendatar benang silang harus tegak lurus pada sumbu ke satu.

Sebelum pesawat sipat datar digunakan untuk mengukur, maka ketiga syarat tersebut di atas harus dipenuhi.

- **Perlengkapan Instrumen/Pesawat Sipat Datar**

Untuk dapat mengukur beda tinggi dengan pesawat sipat datar, perlu adanya perlengkapan lain, yaitu rambu ukur atau bak pembacaan.

Rambu ukur merupakan bagian yang sangat penting dalam pengukuran beda tinggi, sebab teliti atau tidaknya hasil pengukuran salah satunya ditentukan oleh rambu ukur/bak pembacaan. Pada umumnya rambu ukur mempunyai panjang 3 m, 4 m, atau 5 m.



Gambar 3. 11 Rambu ukur

Jika dilihat dari konstruksinya ada 3 macam rambu ukur :

- ✓ Rambu ukur yang tak dapat dilipat, konstruksi semacam ini jika rambu terlalu panjang sukar untuk membawanya.
- ✓ Rambu ukur yang dapat dilipat (felding staff). Rambu ukur ini agak praktis dibanding yang pertama, selain itu juga dipakai rambu dapat dilipat dan bagian yang ada pembagian skalanya terletak disebelah dalam sehingga terlindung dari gesekan-gesekan atau goresan-goresan benda lainnya dalam pengangkutan.
- ✓ Rambu ukur dapat dipanjangkan (extansion staff).

Rambu ukur ini cukup baik dan praktis untuk membawanya, kecuali ringan karena terbuat dari alumunium, rambu ini dapat dipendekkan menjadi 1 meter panjangnya.

Jika dilihat dari penggunaanya, rambu ukur ada 2 macam

- ✓ Rambu ukur yang angkanya terbalik, rambu ini juga sering disebut rambu terbalik dan digunakan pada pesawat (instrumen) yang tidak dilengkapi dengan lensa pembalik. Dengan demikian bayangan benda yang kita lihat melalui teropong ini akan kelihatan terbalik.

- ✓ Rambu ukur yang angkanya tidak terbalik. Rambu ini digunakan pada pesawat model sekarang yang telah dilengkapi dengan lensa pembalik, sehingga bayangkan benda yang terlihat melalui teropong sudah tidak terbalik.

Di dalam pemakaiannya rambu ukur harus dipasang tegak lurus, baik itu dipasang dengan statip maupun dipegang oleh petugas pemegang rambu, agar diperoleh pembacaan yang benar.

Jika kedudukan rambu miring ke depan atau ke belakang, maka hasil bacaannya lebih besar dari yang sebenarnya. Untuk mendapatkan bacaan yang benar dapat dilakukan dengan cara menggoyangkan rambu ke muka dan ke belakang sehingga didapatkan bacaan yang paling kecil ini kedudukan rambu benar-benar tegak lurus.

Untuk menjamin agar kedudukan rambu benar-benar tegak lurus, maka dapat digunakan nivo rambu. Ada beberapa macam nivo rambu antara lain adalah :

- ✓ Nivo rambu yang berbentuk nivo tabung. Jenis ini biasanya telah dipasang secara permanen pada bagian sisi samping rambu dari pabriknya. Dengan demikian pemegang rambu harus melihat dan mengusahakan agar kedudukan nivo berada ditengah.
- ✓ Nivo rambu yang berbentuk bulat (nivo kotak). Jenis ini terlepas dari rambunya. Bentuk ada yang seperti besi siku. Cara penggunaanya dipegang bersama rambu menempel pada susut bagian belakang rambu.

Bentuk lain dari dudukan nivo rambut tidak berbentuk siku, tetapi pipih seperti pelat. Cara penggunaannya hanya diselipkan pada sisi bagian belakang rambu. Mengingat nivo rambu ini kecil, jika tidak hati-hati kemungkinan jatuh, tercecer dan hilang besar sekali.

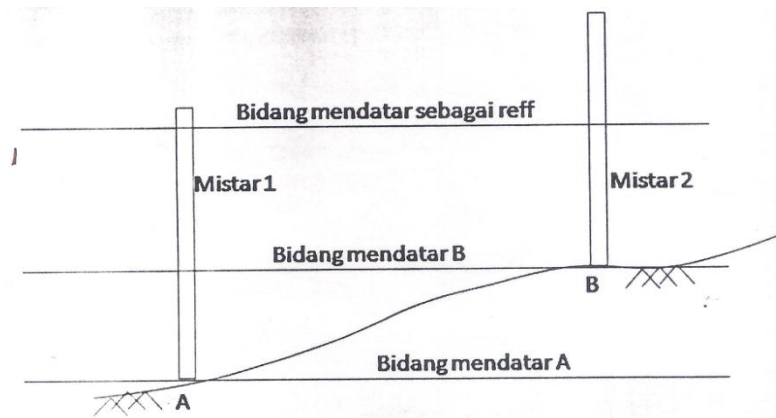


Gambar 3. 12 Nivo rambu

- Membedik dan membaca rambu.
 - ✓ Bidikkan dan arahkan teropong secara kasar pada bak ukur yang didirikan verikal pada satu titik yang telah ditentukan dengan menggunakan garis bidik yang ada di atas pesawat waterpass.
 - ✓ Bila bayangan kabur, perjelas dengan memutar sekrup pengatur lensa objektif dan jika benang silang kabur perjelas dengan memutar sekrup pengatur diafragma.
 - ✓ Himpitkan benang silang diafragma dengan sumbu bak ukur dengan cara mengatur sekrup penggerak halus.
 - ✓ Lakukan pembacaan bak ukur Misal :
 - Benang atas = 1,555 = BA
 - Benang tengah = 1,455 = BT
 - Benang bawah = 1,355 = BB
 - ✓ Pembacaan bak selesai dan harus memenuhi ketentuan :
 - $BA + BB = 2BT$ atau $(BA - BT) = (BT - BB)$
 - ✓ Untuk mendapatkan jarak optis digunakan rumus :
 - $D = m (BA - BB)$
 - M adalah faktor alat ($m=100$).
- Pengukuran Beda Tinggi Antara Dua Titik.

Prinsip penentuan beda tinggi dilapangan adalah sebagai berikut. Ketinggian permukaan air sering juga disebut bidang nivo. Permukaan bidang nivo ini sebenarnya adalah melengkung, tetapi titik yang ada dipermukaan air mempunyai ketinggian yang sama sehingga bidang ini

disebut bidang nivo. Cara membuat pertolongan bidang datar atau bidang nivo, dengan menggunakan hukum gaya berat. Akibat dari pengaruh gaya berat ini maka permukaan air menjadi datar, sehingga alat-alat penyipat datar dikonstruksi dengan berpedoman pada sifat gaya berat. Arah gaya berat ini dinamakan arah vertikal dan bidang yang tegak lurus arah gaya berat dinamakan bidang horizontal.



Gambar 3. 13 Beda tinggi antara 2 titik

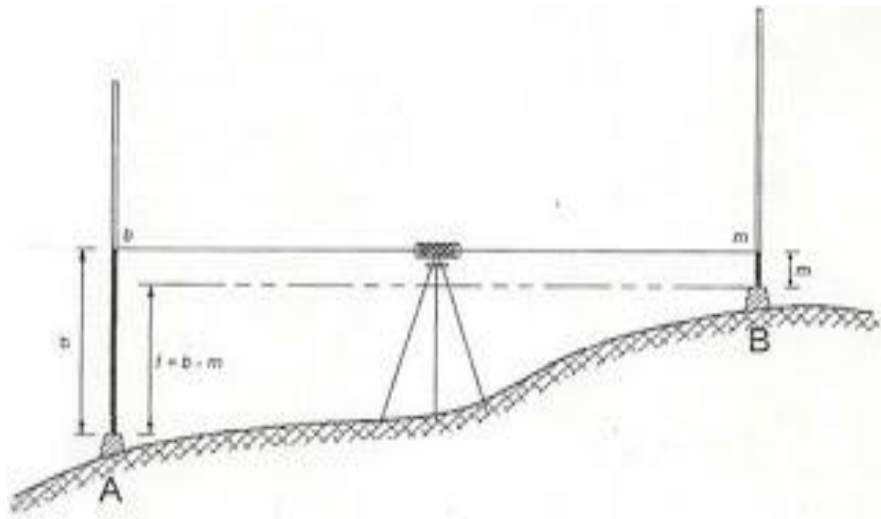
Perbedaan tinggi antara titik A dan B adalah perbedaan tinggi antara bidang horizontal yang melalui titik A dan bidang horizontal yang melalui titik B (gambar 9).

Jika jarak titik B terhadap garis mendatar/garis bidik adalah $h_1 = 0,755$ m.

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Beda tinggi titik A dan B adalah } t &= h_2 - h_1 \\ &= 1,675 \text{ m} - 0,755 \text{ m} = 0,920 \text{ m.} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan prinsip tersebut di atas, maka untuk mengukur beda tinggi antara dua titik dilapangan dengan menggunakan pesawat sipat datar adalah sebagai berikut (gambar 25) :



Gambar 3. 14 Pengukuran beda tinggi dengan sipat datar

Pekerjaan ini paling sedikit dilakukan oleh dua orang yaitu seorang juru ukur dan seorang pembantu juru ukur sebagai pemegang rambu.

- Pasang patok pada titik A dan B yang akan di ukur beda tingginya.
- Dirikan kaki pesawat ditengah-tengah antara A dan B
- Pasang pesawat di atas kakinya dan disetel
- Pasang rambu ukur di atas patok titik A tegak lurus/arah gaya berat.
- Arahkan pesawat pada rambu di titik A sebagai rambu belakang kemudian baca benang tengah, benang atas dan benang bawah dan catat hasilnya pada daftar ukur.
- Pasang/pindahkan rambu ukur di atas titik B tegak lurus
- Putar pesawat searah jarum jam ke rambu muka titik B kemudian baca benang tengah, benang atas dan benang bawah dan catat hasilnya pada daftar ukur.

Disini yang dipakai sebagai perhitungan beda tinggi hanyalah bacaan benang tengah saja, untuk bacaan benang atas dan benang bawah hanya dipakai untuk kontrol bacaan benang tengah dan menghitung jarak antara titik A dan titik B.

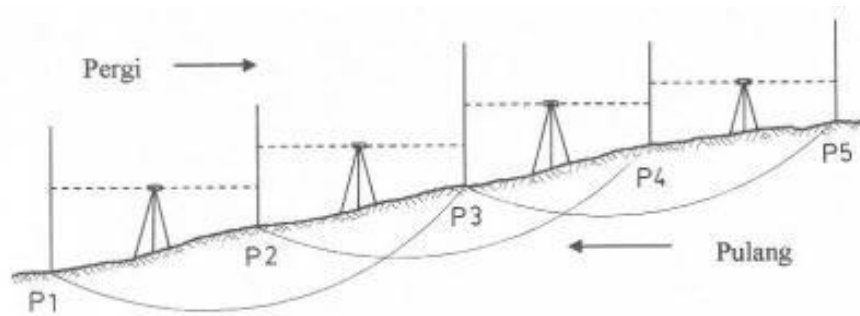
- Pengukuran Sipat Datar Memanjang.

Sipat datar memanjang adalah suatu pengukuran yang bertujuan untuk mengetahui ketinggian titik-titik sepanjang jalur pengukuran dan pada umumnya digunakan sebagai kerangka vertikal bagi suatu daerah pemetaan. Pengukuran ini digunakan apabila jarak antara dua stasion yang akan ditentukan beda tingginya sangat berjauhan (di luar jangkauan jarak pandang). Jarak antara kedua stasion tersebut dibagi dalam jarak - jarak pendek yang disebut seksi atau slag. Jumlah aljabar beda tinggi tiap slag akan menghasilkan beda tinggi antara kedua stasion tersebut.

Tujuan pengukuran ini umumnya untuk mengetahui ketinggian dari titik - titik yang dilewatinya dan biasanya diperlukan sebagai kerangka vertikal bagi suatu daerah pemetaan. Hasil akhir daripada pekerjaan ini adalah data ketinggian dari pilar-pilar sepanjang jalur pengukuran yang bersangkutan. Yaitu semua titik yang ditempati oleh rambu ukur tersebut.

Sipat datar memanjang terbagi menjadi sipat datar terbuka dan tertutup.

Pengukuran sipat Datar Terbuka.



Gambar 3. 15 Pengukuran sipat Datar Terbuka

Cara pengukuran:

- ✓ Letakkan rambu ukur di titik P1 dan P1.

- ✓ Letakkan alat antara titik P1 dan titik P2 (usahakan jarak antara alat dengan titik P1 maupun titik P2 sama).
- ✓ Baca Rambu P1 (BA, BT, BB). Hitung koreksi dengan cara $BT = (BA + BB) : 2$
- ✓ Baca rambu P2 (BA, BT, BB). Hitung koreksi dengan cara $BT = (BA + BB) : 2$
- ✓ Koreksi maksimum 2mm.
- ✓ Hitung beda tinggi dengan mengurangi BT muka dan BT belakang.
- ✓ Hitung jarak alat dengan titik P1
 $dP1 = (BA_A - BB_A) \times 100$
- ✓ Hitung jarak alat dengan titik P2
 $dP2 = (BA_B - BB_B) \times 100$
- ✓ Hitung jarak P1 P2 = $dP1 + dP2$
- ✓ Pada slag berikutnya, rambu P1 menjadi bacaan muka dan sebaliknya, rambu P2 menjadi bacaan belakang.

Jika bacaan rambu belakang dan rambu muka slag pertama adalah b_1 dan m_1 , bacaan slag kedua b_2 dan m_2 , bacaan slag terakhir b_n dan m_n , maka :

Beda tinggi antara titik P dan Q dapat diberi secara umum yaitu :

$$T = (b_1 + b_2 + \dots + b_n) - (m_1 + m_2 + \dots + m_n)$$

Dapat pula dicari beda tinggi tiap-tiap slag, sehingga dapat diketahui naik (+) atau turun (-) dari tanah dimana titik-titik didirikan rambu ukur.

Jika beda tinggi slag pertama t_1 , slag kedua t_2 dan beda tinggi slag terakhir t_n , maka : Beda tinggi antara titik P dan Q dapat dihitung yaitu :

$$T = t_1 + t_2 + \dots + t_n.$$

Pada sket gambar di atas jika dihitung dengan menggunakan tabel daftar ukur adalah sebagai berikut :

Tabel 3. 2 Tabel pengukuran beda tinggi

No. Patok Titik	Bacaan Rambu		Jarak	Beda Tinggi		Tinggi Titik
	Belakang	Muka		Naik	Turun	
P.	0,227	-			1,718	700,00
1.	1,142	1,945			0,003	698,282
2.	2,812	1,145		2,498		698,279
Q.	-	0,314				700,777
	4,181	3,404		+ 2,498	- 1,721	

Sebagai kontrol perhitungan, jumlah pembacaan rambu belakang dikurangi jumlah pembacaan rambu muka dan jumlah beda tinggi + dikurangi jumlah beda tinggi harus sama, karena ini merupakan beda tinggi antara titik P dan titik Q, jadi sebelum kita menghitung tinggi sebaiknya dihitung dulu, karena nantinya selisih jumlah pembacaan rambu belakang dan rambu muka maupun selisih jumlah beda tinggi naik dan turun harus sama pula dengan ketinggian titik akhir dikurangi ketinggian titik awal.

Contoh :

Selisih jumlah beda tinggi rambu

muka dan belakang = $4,181 - 3,404 = 0,777$

Selisi jumlah beda tinggi naik dan turun = $2,498 - 1,721 = 0,777$

Selisih tinggi titik akhir dan awal = $700,77 - 700,000 = 0,777$

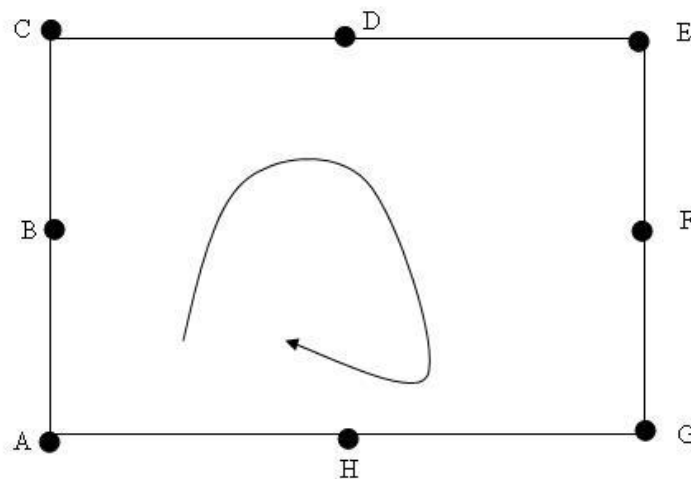
Adapun yang perlu diperhatikan dalam pengukuran ini adalah:

- ✓ Usahakan jarak antara titik dengan alat sama.
- ✓ Seksi dibagi dalam jumlah yang genap.
- ✓ Baca rambu belakang, baru kemudian dibaca rambu muka.
- ✓ Diukur pulang pergi dalam waktu satu hari.
- ✓ Jumlah jarak muka = jumlah jarak belakang.
- ✓ Jarak alat ke rambu maksimum 75 m.

Pengukuran Sipat Datar Tertutup.

Pengukuran sipat datar keliling adalah pengukuran sipat datar dengan jalur tertutup, yaitu pengukuran yang dimulai dari titik awal dan berakhir di titik awal pula. Dengan demikian titik awal nantinya juga menjadi titik akhir.

Jika tinggi titik awal = T_p , tinggi titik akhir = T_Q , maka $T_p = T_Q$ sehingga beda tingginya $t = T_Q - T_p = 0$. Beda tinggi ini adalah beda tinggi yang sebenarnya. Pengukuran akan benar jika beda tinggi hasil ukuran, sama dengan beda tinggi yang sebenarnya yaitu = 0. Tetapi pada umumnya dalam praktek jarang sekali yang beda tinggi hasil ukurannya = 0, andai kata ada hanya secara kebetulan saja, karena faktor-faktor kesalahan dalam pengukuran banyak sekali (gambar 27).



Gambar 3. 16 Tabel pengukuran beda tinggi

Misalkan pada gambar di atas titik awal T_A dan tinggi titik akhir T_Q . Beda tinggi tiap-tiap slag = $t_1, t_2, t_3, t_4, \dots, t_n$

Maka :

Tinggi titik $T_1 = T_p + t_1$

Tinggi titik $T_1 = T_p + t_1 + t_2$ atau $T_1 + t_2$

Tinggi titik $T_3 = T_p + t_1 + t_2 + t_3$ atau $T_2 + t_3$

Demikian seterusnya sampai ke titik terakhir T_n .

Oleh karena keliling maka : $T_n = T_p = T_Q$

Beda tingginya $t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + \dots t_n = 0$

Supaya selisih beda tingginya $t = 0$ maka :

✓ Selisih jumlah pembacaan benang tengah belakang dan jumlah pembacaan benang tengah muka = 0. $\Sigma b - \Sigma m = 0$

✓ Jumlah beda tinggi positif + jumlah beda tinggi negatif = 0

$$\Sigma t_+ + \Sigma t_- = 0$$

Jika ternyata selisih beda tingginya t tidak sama dengan 0 (nol), maka t ini perlu diberikan koreksi sampai beda tingginya $t = 0$. Pemberian koreksi ini diberikan pada semua titik sebanding dengan jaraknya, kecuali titik awal (titik yang diketahui tingginya) tidak mendapat koreksi.

Karena tertutup maka, tinggi yang sebenarnya = $t = 0$ dan beda tinggi hasil ukuran = t_u maka : koreksi $\Delta t = t - t_u$

$$\text{Titik 1 mendapat koreksi sebesar } t_1 = \frac{d_1}{\Sigma d} \times \Delta t$$

$$\text{Titik 2 mendapat koreksi sebesar } t_2 = \frac{d_2}{\Sigma d} \times \Delta t$$

$$\text{Titik 3 mendapat koreksi sebesar } t_3 = \frac{d_3}{\Sigma d} \times \Delta t$$

$$\text{Titik 4 mendapat koreksi sebesar } t_4 = \frac{d_4}{\Sigma d} \times \Delta t$$

$$\text{Titik 5 mendapat koreksi sebesar } t_5 = \frac{d_5}{\Sigma d} \times \Delta t$$

$$\text{Titik 6 mendapat koreksi sebesar } t_6 = \frac{d_6}{\Sigma d} \times \Delta t$$

$$\text{Titik 7 mendapat koreksi sebesar } t_7 = \frac{d_7}{\Sigma d} \times \Delta t$$

$$\text{Titik n mendapat koreksi sebesar } t_n = \frac{d_n}{\Sigma d} \times \Delta t$$

$d_1, d_2, d_3, d_4, \dots d_n$ = jarak tiap-tiap slag

d = jumlah jarak seluruh

Jumlah hasil hitungan pembagian koreksi ini harus sama dengan selisih beda tinggi yang seharusnya dikoreksikan, ialah :

$$t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_n = t$$

Jika ternyata tidak sama, maka perlu diadakan koreksi lagi yaitu dengan cara menambahkan selisih tersebut pada jarak yang terpanjang, mengingat bahwa makin jauh jarak rambu ke pesawat pembacaan makin tidak teliti.

Contoh :

Dari data pengukuran sipat datar keliling adalah seperti tabel dibawah :
Hitung ketinggian titik masing-masing, apabila diketahui ketinggian titik P = + 972,706 m.

Tabel 3. 3 Tabel pengukuran sipat datar keliling

No. Titik	Bacaan Rambu		Jarak	Beda Tinggi		Koreksi	Tinggi Titik
	Belakang	Muka		Naik	Turun		
P	1,482			0,798			+972,706
1.	1,460	0,693	42	0,008			
2.	0,946	1,452	108		0,838		
3.	1,120	1,784	68		0,348		
4.	1,756	1,468	75	0,816			
5.	1,614	0,940	52	0,528			
6.	1,450	1,086	67		0,619		
7.	1,112	1,619	73		0,789		
P.		1,901	98				

Prosedur Perhitungan :

✓ Hitung beda tinggi tiap slag

$$\text{slag 1} = 1,482 - 0,693 = 0,789$$

$$\text{slag 2} = 1,460 - 1,452 = 0,008$$

$$\text{slag 3} = 0,946 - 1,784 = -0,838$$

$$\text{slag 4} = 1,120 - 1,486 = -0,348$$

$$\text{slag 5} = 1,756 - 0,940 = 0,816$$

$$\text{slag 6} = 1,614 - 1,086 = 0,528$$

$$\text{slag 7} = 1,450 - 1,619 = -0,169$$

$$\text{slag 8} = 1,112 - 1,901 = -0,789$$

- ✓ Cek selisih jumlah bacaan muka dan belakang = selisih jumlah beda tinggi positif dan negatif.

$$10,940 - 10,943 = 2,141 - 2,144$$

$$- 0,003 = -0,003$$

Selisih jumlah beda tinggi inilah yang harus dikoreksi.

- ✓ Hitung koreksi masing-masing titik dengan menggunakan rumus di atas.

$$t_1 = \frac{d_1}{\Sigma d} \times t = \frac{42}{583} \times 0,003 = 0,000216$$

$$t_2 = \frac{d_2}{\Sigma d} \times t = \frac{106}{583} \times 0,003 = 0,000556$$

$$t_3 = \frac{d_3}{\Sigma d} \times t = \frac{68}{583} \times 0,003 = 0,000350$$

$$t_4 = \frac{d_4}{\Sigma d} \times t = \frac{75}{583} \times 0,003 = 0,000386$$

$$t_5 = \frac{d_5}{\Sigma d} \times t = \frac{52}{583} \times 0,003 = 0,000267$$

$$t_6 = \frac{d_6}{\Sigma d} \times t = \frac{67}{583} \times 0,003 = 0,000345$$

$$t_7 = \frac{d_7}{\Sigma d} \times t = \frac{73}{583} \times 0,003 = 0,000376$$

$$t_n = \frac{d_n}{\Sigma d} \times t = \frac{98}{583} \times 0,003 = 0,000504$$

Mengingat ketelitian pembacaan yang digunakan di sini hanya tiga angka dibelakang koma, maka :

Untuk angka yang kurang dari 0,0005 dihilangkan, sedangkan untuk angka 0,0005 ke atas dibulatkan menjadi 0,001. Dengan demikian untuk titik 2 mendapat koreksi sebesar :

$t_2 = 0,000556$ dibulatkan menjadi 0,001 dan untuk titik terakhir n, mendapat koreksi sebesar :

$t_n = 0,000504$ dibulatkan menjadi 0,001.

Jumlah yang dikoreksikan hanya 0,002 sedang yang seharusnya adalah 0,003. Dengan demikian perlu ada koreksi lagi sebesar 0,001, koreksi ini diberikan pada titik yang mempunyai jarak terpanjang yaitu titik 2.

- ✓ Untuk selanjutnya hitung ketinggian titik masing-masing berdasarkan titik yang telah ketahui, ditambah atau dikurangi beda tingginya masing-masing titik

Terakhir cek kembali ketinggian titik akhir harus sama dengan ketinggian titik awal.

Tabel 3. 4 Tabel perhitungan sipat datar keliling

No. Titik	Bacaan Rambu		Jarak	Beda Tinggi		Koreksi	Tinggi Titik
	Belakang	Muka		Naik	Turun		
P	1,482			0,798			+972,706
1.	1,460	0,693	42	0,008		+0,002	+973,495
2.	0,946	1,452	108		0,838		+973,504
3.	1,120	1,784	68		0,348		+972,667
4.	1,756	1,468	75	0,816			+972,319
5.	1,614	0,940	52	0,528			+973,135
6.	1,450	1,086	67		0,619		+973,663
7.	1,112	1,619	73		0,789		+973,494
P=Q=n		1,901	98			+0,001	+972,706

- Ketelitian / Kesalahan Dalam Pengukuran Beda Tinggi dengan Sipat Datar.

Dalam pengukuran sering kali terjadi kesalahan yang mungkin terjadi pada saat pengukuran. Kesalahan ada 3 macam, yaitu : kesalahan akibat faktor alat, kesalahan akibat faktor manusia, dan kesalahan akibat faktor alam.

Kesalahan akibat faktor alat :

- ✓ Kaki statif rusak
- ✓ Nivo untuk mendatarkan permukaan rusak, dll

Kesalahan akibat faktor manusia :

- ✓ Kesalahan dalam pembacaan rambu
- ✓ Kesalahan dalam menegakkan rambu
- ✓ Kesalahan dalam mencatat / menghitung
- ✓ Kesalahan dalam mengatur nivo, dll

Kesalahan akibat faktor alam :

- ✓ Kesalahan akibat pengaruh cuaca
- ✓ Kesalahan akibat gempa bumi, dll

Untuk menetapkan apakah hasil pengukuran ini dapat dipakai atau tidak, maka diberi suatu nilai toleransi kesalahan dalam pengukuran.

Toleransi adalah suatu kesalahan maksimum yang masih dapat diijinkan, sehingga dari hasil pengukuran dapat ditetapkan dua alternatif :

1. Kesalahan > toleransi, maka hasil pengukuran ditolak
2. Kesalahan < toleransi, maka hasil pengukuran diterima

Kesalahan yang diijinkan dirumuskan sebagai :

$$S = C \sqrt{L} \text{ mm}$$

Dimana :

S = Kesalahan dalam mm

C = Konstanta yang terganggu dari tingkat (orde) pengukuran

L = Jarak pengukuran dalam Kilometer

Tabel 3. 5 Tabel toleransi kesalahan

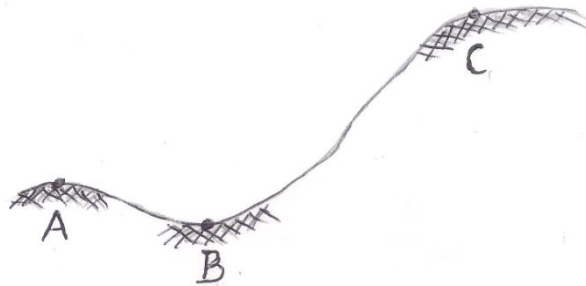
Orde	Belanda	Amerika
I	$S < 3 \sqrt{L} \text{ mm}$	$S < 4 \sqrt{L} \text{ mm}$
II	$S < 6 \sqrt{L} \text{ mm}$	$S < 8.4 \sqrt{L} \text{ mm}$
III	$S < 12 \sqrt{L} \text{ mm}$	$S < 12 \sqrt{L} \text{ mm}$

D. Aktivitas Pembelajaran.

Sebelum saudara melakukan kegiatan lebih lanjut, jawablah pertanyaan-pertanyaan dibawah ini secara individual.

1. Jelaskan bagaimana prinsip pengukuran beda tinggi antara dua titik dengan cara barometris.
2. Sebutkan syarat-syarat yang harus dipenuhi dalam menggunakan alat sipat datar slang plastik.
3. Sebutkan syarat-syarat pesawat sipat datar.

Aktivitas 1. Melakukan pengukuran beda tinggi.



Gambar 3. 17 Pengukuran beda tinggi

Saudara diminta mencoba melakukan pengukuran beda tinggi antara titik A, B dan C dengan cara barometris, trigonometris dan sipat datar .

Apa yang Saudara temukan setelah melakukan kegiatan pengukuran beda tinggi tersebut? Apakah ada hal-hal yang baik atau sebaliknya yang saudara temukan? Bandingkan ke 3 cara apa kelebihan dan kekurangannya? Diskusikan hasil pengamatan Saudara dengan anggota kelompok Saudara. Isikan langkah kerjanya kedalam LK-01.

E. Rangkuman.

Kegiatan pembelajaran 3 membahas tentang :

1. Pengukuran beda tinggi cara barometris.
2. Pengukuran beda tinggi cara trigonometris.
3. Pengukuran beda tinggi cara sipat datar.

F. Tes Formatif.

1. Dari hasil pengukuran tunggal (single observation) didapatkan dengan barometer di dapat :

Tekanan udara di titik 1 (P_1) = 747,65 mm Hg

Tekanan udara di titik 2 (P_2) = 745,35 mm Hg

Temperatur udara $t = 14^{\circ}\text{C}$

maka beda tinggi titik 1 dan titik 2 adalah :

- A. 25,887 m
- B. 28,587 m
- C. 27,588 m
- D. 28,788 m

2. Dari hasil pengukuran sipat datar tabung gelas di dapat bacaan rambu :

(A) belakang = 1,236 m

(B) muka = 1,842 m

Jika ketinggian titik A diketahui = + 638,297 m dari permukaan air laut rata-rata, maka ketinggian titik B adalah :

- A. 639,303 m
- B. 633,903 m
- C. 609,303 m
- D. 638,903 m

3. Diketahui hasil ukuran sebagai berikut :

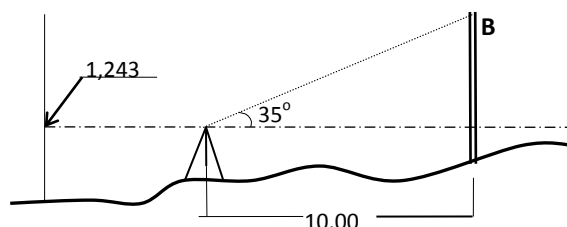
Waktu	Suhu ($t^{\circ}\text{C}$)	titik	Tekanan (mmHg)
t1	24,6	A	683,9
t2	25,1	B	650,0
t3	25,4	C	638,2
t4	25,8	C	638,0
t5	26,1	B	649,8
t6	26,2	A	683,1

Maka beda tinggi antara titik B dan titik C adalah :

- A. 600,615 m
 B. 601,605 m
 C. 605,100 m
 D. 600,615 m
4. Sebuah menara diukur ketinggiannya dengan theodolit yang dipasang di titik A. Hasil bacaan sudut lereng ke puncak menara $9^{\circ} 30'$. Sedangkan jarak datar dari titik A ke kaki menara 2 km, tinggi pesawat 1,452.

Jika tinggi titik A adalah + 768,324 m, maka tinggi puncak menara adalah :

- A. + 766,872 m
 B. + 1104,461 m
 C. + 768,862 m
 D. + 1102,461 m
5. Beda tinggi antara titik A dengan titik B seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini adalah



- A. 8,452 m
 B. 8,245 m
 C. 8,254 m
 D. 8,425 m
6. Jika tinggi titik A = 756,2 m, jarak miring A-B = 48,36, sudut miring A-B = $3^{\circ} 47' 48''$, tinggi alat = 1,54 m dan tinggi target = 1,26 m. Maka tinggi titik B adalah :

- A. 759,68 m
 - B. 795,68 m
 - C. 769,58 m
 - D. 789,65 m
7. Pada waktu mengukur beda tinggi dengan pesawat penyipat datar maka kedudukan garis bidik :
- A. tidak harus sejajar dengan permukaan tanah
 - B. harus sejajar dengan permukaan tanah
 - C. harus benar-benar mendatar
 - D. tidak perlu mendatar
8. Kesalahan menyipat datar disebabkan karena pengaruh getaran udara disebut :
- A. refraksi
 - B. interaksi
 - C. reaksi
 - D. ondulasi
9. Jika BA Jika BA = bacaan benang atas
BT = bacaan benang tengah
BB = bacaan benang tengah, maka pembacaan pada pesawat penyipat datar akan sempurna jika terpenuhi persamaan :
- A. $2 BT = (BA - BB)$
 - B. $2 BT = (BB - BA)$
 - C. $2 BT = (BA + BB)$
 - D. $2 BT = (BT - BA)$

10. Jika bacaan rambu muka 0,205m dan bacaan rabu belakang 2,246m maka beda tingginya adalah :
- A. - 2,041m
 - B. + 2,041 m
 - C. + 2,451 m
 - D. - 2,451 m

G. Kunci Jawaban.

1. A.
2. D
3. A
4. B
5. B
6. A
7. C
8. D
9. C
10. B

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4 : PENENTUAN ARAH UTARA DAN PENENTUAN POSISI CARA POLIGON.

A. Tujuan

Setelah mempelajari materi ini, diharapkan peserta dapat :

1. Menjelaskan cara penentuan arah utara dengan benar.
2. Menjelaskan cara penentuan posisi dengan metode poligon dengan benar.
3. Melakukan penentuan arah utara sesuai langkah kerjanya.
4. Melakukan pengukuran penentuan posisi metode poligon sesuai langkah kerjanya.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi.

Indikator pencapaian kompetensi yang harus dikuasai setelah mengikuti kegiatan belajar ini adalah, peserta dapat :

1. Memahami dan melakukan penentuan arah utara.
2. Memahami dan melakukan penentuan posisi dengan metode poligon.

C. Uraian Materi Pelajaran.

❖ Penentuan Arah Utara.

Dalam survei pemetaan dikenal ada 3 macam arah utara yakni :

- Utara sebenarnya (True North).

Utara sebenarnya adalah kutub utara bumi yang biasanya dilambangkan dengan lambang bintang. Tanda yang digambarkan ini mengarah ke kutub utara yang sebenarnya, yang merupakan garis lintang bumi.

- Utara Peta / Geografis (Grid North).

Yaitu arah yang ditunjukkan oleh garis-garis tegak lurus vertikal (sumbu Y) dari grid suatu peta. Garis-garis ini dibentuk dari hasil proyeksi garis bujur dan lintang bumi pada peta yang kemudian diproyeksikan ke dalam koordinat (Grid). Hal ini disebabkan bentuk bumi yang lonjong sangat sulit untuk dilihat dalam satu pandangan secara keseluruhan.

- Utara Magnetis (Magnetis North).

Utara magnetis adalah suatu arah yang ditunjukkan kompas dari suatu tempat ke tempat tertentu ke kutub utara magnetis bumi yang terletak di Jazirah Boshia, sebelah utara Kanada. Utara magnetis mempunyai lambang "setengah arah Utara" (Ù). Di Indonesia utara magnetis bergeser ke arah timur dari utara peta. Utara magnetis adanya hanya di lapangan. Untuk arah utara yang di pakai pada peta nantinya, maka digunakan arah utara geografis.

Penentuan arah (azimuth) dengan pengamatan matahari (metode tinggi matahari).

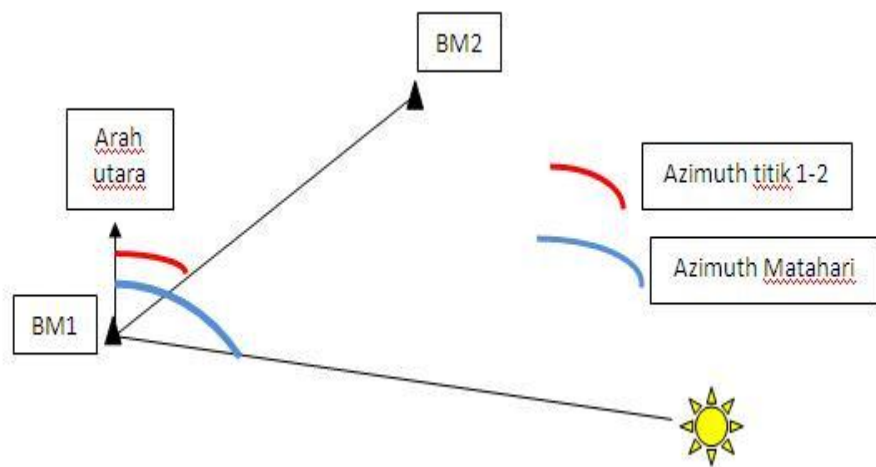
- Data yang dibutuhkan pada penentuan azimuth metode tinggi matahari ini ialah
 - ✓ Tinggi Matahari saat Pengamatan (h)
 - ✓ Deklinasi Pengamat (δ)
 - ✓ Lintang Pengamat (φ)
- Alat yang dibutuhkan untuk memperoleh data di atas :
 - ✓ Teodolit
 - ✓ Statif
 - ✓ Kaki tiga + unting-unting
 - ✓ Arloji, Diset sesuai dengan UT
 - ✓ Kertas kosong (HVS) untuk proyeksi bayangan matahari
 - ✓ Formulir + alat tulis
- Rumus Dasar Yang digunakan ialah :

$$\cos Az = \frac{\cos(90^\circ - \delta) - \cos(90^\circ - \varphi) \times \cos(90^\circ - h)}{\sin(90^\circ - \varphi) \times \sin(90^\circ - h)}$$

Apabila disederhanakan, akan menjadi:

$$\cos Az = \frac{\sin \delta - \sin \varphi \times \sin h}{\cos \varphi \times \cos h}$$

- Langkah-Langkah Pengamatan :
Asumsikan sketsa di lapangan sebagai berikut :



Gambar 4. 1 Skema pengukuran azimuth

- ✓ Dirikan alat ukur teodolit di atas titik BM1, lakukan sentering dan sumbu I vertikal.
- ✓ Teropong dalam posisi biasa . Bidikkan pada titik acuan BM2, baca piringan atau sudut horizontalnya lalu catat di formulir.
- ✓ Buka klem horizontal dan vertikal, arahkan teropong ke matahari pada posisi biasadan gerakkan teropong sedemikian rupa hingga bayangan teropong berupa lingkaran pada kertas tadah yang berada di belakang lensa okuler.
- ✓ Kunci klem horizontal dan vertikal putar ronsel lensa sentral sehingga bayangan matahari pada kertas tadah menjadi tajam,dan jelaskan bayangan benang silang pada kertas tadah dengan memutar lensa okuler.
- ✓ Posisikan bayangan matahari pada salah satu kuadran (di usahakan posisi matahari di kuadran 1) dengan memutar sekrup penggerak halus horizontal dan vertikal secukupnya hingga bayangan matahari mendekati benang silang tegak dan mendatar.
- ✓ Tunggu Beberapa detik (bayangan matahari naik/turun). Pada saat bayangan matahari menyinggung benang silang horizontal dan vertikal. Baca piringan horizontal, vertikal dan waktunya lalu catat dalam formulir.

- ✓ Buat Sketsa lapangan serta Posisi Matahari di kuadran mana serta arah gerakan matahari.
 - ✓ Buka klem horizontal dan vertikal, teropong diputar balik menjadi posisi luar biasa . Bidikkan kembali ke matahari.
 - ✓ Posisikan bayangan matahari pada salah satu kuadran (di usahakan posisi matahari di kuadran 3) dengan memutar sekrup penggerak halus horizontal dan vertikal secukupnya hingga bayangan matahari mendekati benang silang tegak dan mendatar.
 - ✓ Tunggu Beberapa detik (bayangan matahari naik/turun). Pada saat bayangan matahari menyinggung benang silang horizontal dan vertikal. Baca piringan horizontal, vertikal dan waktunya lalu catat dalam formulir
- Langkah di atas dinamakan pengamatan satu seri rangkap (teropong dalam posisi biasa dan luar biasa). Apabila pengamatan akan dilakukan lebih dari satu seri rangkap, maka hanya dengan cara mengulang langkah diatas (2-10), Namun akan lebih baik jika posisi bayangan mataharinya dibuat menyilang, maksudnya disini ialah kuadran pada pengamatan matahari diatur sebagai berikut, (tetapi ini tidak diwajibkan) .

Tabel 4. 1 Pengaturan kwadran pengamatan matahari

No	Posisi Teropong	Kuadran
Seri	Biasa	1
Seri	Luar Biasa	3
Seri	Biasa	2
Seri	Luar Biasa	4

Dan karena titik BM2 tetap maka pembidikan ke titik BM2 dapat dilakukan lebih sedikit dibandingkan pembidikan ke matahari.

❖ **Penentuan Posisi Cara Poligon.**

- Pengertian.

Poligon adalah rangkaian titik-titik yang dihubungkan oleh suatu garis khayal dipermukaan bumi.

Poligon merupakan salah satu metoda penentuan posisi horisontal.

- Pengukuran Poligon.

Didalam menentukan posisi horisontal cara poligon, ada dua hal yang perlu diukur :

- sudut
- jarak

- Hitungan poligon.

- Penentuan Kwadran suatu arah.

Pembagian kwadran dalam ilmu geodesi berbeda dengan pembagian kwadran didalam ilmu ukur sudut.

Geodesi		Ukur sudut	
X negatip	X positip		
Y positip	Y positip	II	I
IV	I		
III	II	III	IV
X negatip	X positip		
Y negatip	Y negatip		

Gambar 4. 2 Perbedaan pembagian kwadran geodesi dan ukur sudut.

Dari gambar diatas disimpulkan bahwa :

- kwadran I besarnya dari 0 - 90
- kwadran II besarnya dari 90 - 180
- kwadran III besarnya dari 180 - 270
- kwadran IV besarnya dari 270 - 360

Untuk menentukan kwadran suatu jurusan α digunakan rumus tangen:

$$\text{Tg}\alpha_{ab} = \frac{X_b - X_a}{Y_b - Y_a} = \frac{\Delta X}{\Delta Y}$$

tanda dari tg α_{ab} serta arah dari α_{ab} tergantung dari tanda ΔX dan ΔY , seperti :

- ✓ ΔX positip, ΔY positip maka α_{ab} berada di kwadran I.
- ✓ ΔX positip, ΔY negatip maka α_{ab} berada di kwadran II.

✓ ΔX negatif, ΔY negatif maka α_{ab} berada di kwadran III.

✓ ΔX negatif, ΔY positif maka α_{ab} berada di kwadran IV.

Karena harga $\tan \alpha_{ab}$ untuk kwadran I dan III adalah sama (juga kwadran II dan IV) bila dihitung menggunakan kalkulator maka bila :

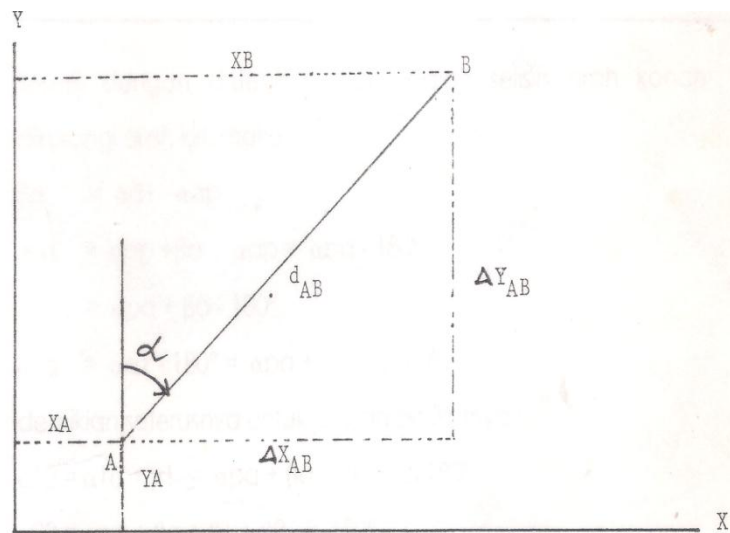
✓ ΔX positif, ΔY positif harga $\tan \alpha_{ab}$ sama dengan harga hasil hitungan.

✓ ΔX positif, ΔY negatif harga $\tan \alpha_{ab}$ sama dengan harga hasil hitungan ditambah 180° .

✓ ΔX negatif, ΔY negatif harga $\tan \alpha_{ab}$ sama dengan harga hasil hitungan ditambah 180° .

✓ ΔX negatif, ΔY positif harga $\tan \alpha_{ab}$ sama dengan harga hasil hitungan ditambah 360° .

- Prinsip Dasar Hitungan Koordinat.

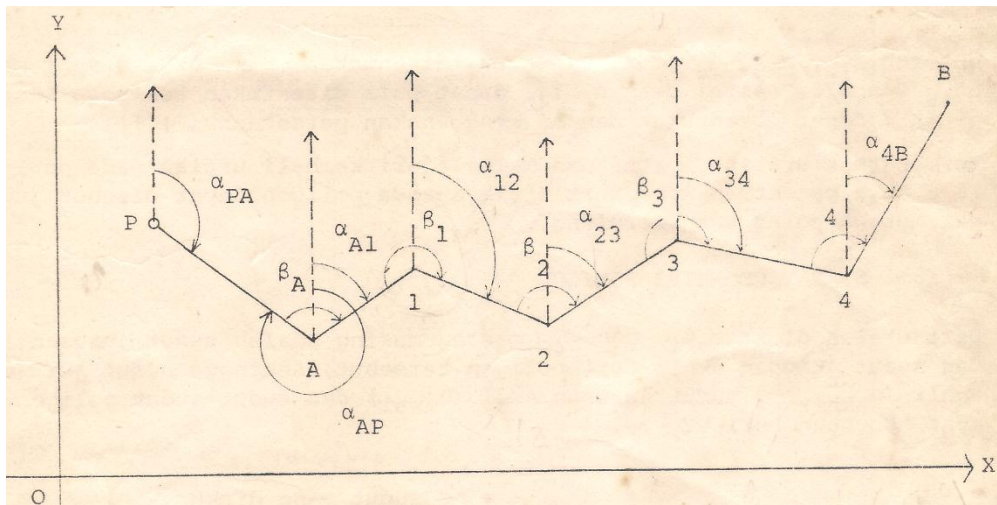


Gambar 4. 3 Prinsip hitungan koordinat

$$X_b = X_a + d_{AB} \cdot \sin \alpha_{ab} = X_a + \Delta \text{ absis}$$

$$Y_b = Y_a + d_{AB} \cdot \cos \alpha_{ab} = Y_a + \Delta \text{ ordinat}$$

- Prinsip dasar Hitungan Sudut Jurusan Sisi Poligon.



Gambar 4. 4 Prinsip hitungan sudut jurusan

Sesuai dengan definisi, sudut adalah selisih arah kanan dikurangi arah kiri, maka :

$$\beta_a = \alpha_{a1} - \alpha_{ap}$$

$$\alpha_{a1} = \alpha_{ap} + \beta_a ; \alpha_{ap} = \alpha_{pa} - 180^\circ$$

$$= \alpha_{pa} + \beta_a - 180^\circ$$

$$\alpha_{1a} = \alpha_{a1} - 180^\circ = \alpha_{pa} + \beta_a - 2 \cdot 180^\circ$$

demikian seterusnya untuk jurusan berikutnya :

$$\alpha_{12} = \alpha_{1a} + \beta_1 = \alpha_{pa} + \beta_a + \beta_1 - 2 \cdot 180^\circ$$

$$\alpha_{23} = \alpha_{pa} + \beta_a + \beta_1 + \beta_2 - 3 \cdot 180^\circ$$

$$\alpha_{34} = \alpha_{pa} + \beta_a + \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 - 4 \cdot 180^\circ$$

- Syarat Geometrik Poligon.

Dari uraian di atas :

α_{pa} adalah sudut jurusan awal,

α_{34} adalah sudut jurusan akhir,

$\beta_a, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ adalah sudut ukuran.

mempunyai hubungan :

$$\alpha_{akhir} = \alpha_{awal} + \sum \text{sudut yang diukur} - n \cdot 180^\circ$$

$$X_{akhir} = X_{awal} + \sum \Delta \text{ absis}$$

$$Y_{akhir} = Y_{awal} + \sum \Delta \text{ ordinat}$$

Bila terdapat kesalahan maka rumusnya menjadi :

$$\alpha_{\text{akhir}} = \alpha_{\text{awal}} + \sum \text{sudut yang diukur} - n \cdot 180^\circ \pm fb$$

$$X_{\text{akhir}} = X_{\text{awal}} + \sum \Delta \text{absis} \pm fx$$

$$Y_{\text{akhir}} = Y_{\text{awal}} + \sum \Delta \text{ordinat} \pm fy$$

Dimana :

fb adalah salah penutup sudut

fx adalah salah penutup absis

fy adalah salah penutup ordinat

$$\sum \Delta \text{absis} = \text{jumlah } d \cdot \sin \alpha$$

$$\sum \Delta \text{ordinat} = \text{jumlah } d \cdot \cos \alpha$$

Koreksi untuk setiap sudut :

$$\Delta b = \frac{fb}{n}$$

Koreksi untuk setiap absis ordinat :

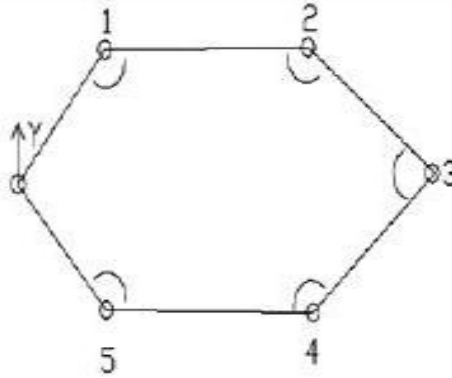
$$\Delta X_i = \frac{d_i}{\sum d_i} \cdot fx$$

$$\Delta Y_i = \frac{d_i}{\sum d_i} \cdot fy$$

- Bentuk Poligon.

Dari segi bentuk poligon dibagi atas :

- Dikatakan tertutup apabila titik awal sama dengan titik akhir.



Gambar 4. 5 Poligon tertutup

Ketentuan-ketentuan :

- bila sudut luar yang diukur :

$$\sum \beta = (n + 2) 180^\circ \pm fb$$

- bila sudut dalam yang diukur :

$$\sum \beta = (n - 2) 180^\circ \pm fb$$

Pada absis dan ordinat berlaku :

$$\sum \Delta X = \sum d \cdot \sin \alpha \pm fx = 0$$

$$\sum \Delta Y = \sum d \cdot \cos \alpha \pm fy = 0$$

Prosedur perhitungan poligon tertutup :

- ✓ Jumlah sudut hasil pengukuran poligon; $\sum \beta$;
- ✓ Kesalahan pengukuran (fb) dihitung dengan $\sum \beta = (n + 2) 180^\circ \pm fb$ atau $\sum \beta = (n - 2) 180^\circ \pm fb$;
- ✓ Jika kesalahan (fb) memenuhi toleransi; distribusikan dengan menambahkan kesalahan tersebut kesemua sudut sebesar (fb/n) ; n adalah banyaknya sudut;
- ✓ Mulai dari asimut awal (sudut Jurusan) hasil pengukuran dilapangan, hitung asimut semua sisi sisi poligon dengan rumus : $\alpha(\text{sisi sebelumnya}) + \beta(\text{terkoreksi}) - 180^\circ$

Catatan : Sudut kanan terbentuk dari bacaan horizontal muka dikurangi bacaan horizontal belakang.

- ✓ Hitung $D \sin \alpha$ dan $D \cos \alpha$
- ✓ Hitung $\sum D$,
- ✓ Hitung koreksi (K_{xij}) dan (K_{yij})
- ✓ Hitung koordinat, masing-masing titik (X,Y) : mulai dari koordinat titik awal, tambahkan secara aljabar, baik untuk X maupun Untuk Y, dengan rumus :

$$X_j = X_j + D_{ij} \sin \alpha_{ij} + K_{xij};$$

$$Y_j = Y_j + D_{ij} \cos \alpha_{ij} + K_{yij};$$

Contoh perhitungan poligon tertutup.

Diketahui koordinat titik awal A (1000 ; 1000) dan sudut jurusan awal $\alpha_{6A} = 45^\circ 07' 18''$.

Diukur :

- ✓ Sudut-sudut : $\beta_A = 54^\circ 22' 36''$; $\beta_1 = 153^\circ 02' 30''$
 $\beta_2 = 124^\circ 58' 12''$; $\beta_3 = 110^\circ 39' 24''$; $\beta_4 = 160^\circ 34' 21''$ $\beta_5 = 69^\circ 44' 48''$; $\beta_6 = 226^\circ 37' 59''$
- ✓ Jarak-jarak : $d_{A1} = 61,14$; $d_{12} = 75,02$; $d_{23} = 61,06$; $d_{34} = 68,58$; $d_{45} = 40,6$;
 $d_{56} = 66,8$; $d_{6A} = 84$

Ditanya : koordinat titik-titik 1, 2, 3, 4, 5, 6

Perhitungan :

- Hitung koreksi sudut.
 $\sum \beta = (n - 2) 180^\circ \pm fb$
 $899^\circ 59' 50'' = (7 - 2) 180^\circ \pm fb$
 $fb = - 10''$
 Koreksi sudut = + 10''
- Koreksi sudut-sudut ukuran.
 $\beta_A = 54^\circ 22' 36'' + 1'' = 54^\circ 22' 37''$
 $\beta_1 = 153^\circ 02' 30'' + 1'' = 153^\circ 02' 31''$
 $\beta_2 = 124^\circ 58' 12'' + 1'' = 124^\circ 58' 13''$
 $\beta_3 = 110^\circ 39' 24'' + 2'' = 110^\circ 39' 26''$

$$\beta_4 = 160^\circ 34' 21'' + 2'' = 160^\circ 34' 23''$$

$$\beta_5 = 69^\circ 44' 48'' + 2'' = 69^\circ 44' 50''$$

$$\beta_6 = 226^\circ 37' 59'' + 1'' = 226^\circ 38'$$

- Hitung sudut jurusan.

$$\begin{aligned}\alpha_{A1} &= \alpha_{6A} + \beta_A - 180^\circ = 45^\circ 07' 18'' + 54^\circ 22' 37'' - \\ &180 \\ &= 99^\circ 29' 55''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha_{12} &= \alpha_{A1} + \beta_1 - 180^\circ = 99^\circ 29' 55'' + 153^\circ 02' 31'' - \\ &180 \\ &= 72^\circ 32' 26''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha_{23} &= \alpha_{12} + \beta_2 - 180^\circ = 72^\circ 32' 26'' + 124^\circ 58' 13'' - \\ &180 \\ &= 17^\circ 30' 39''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha_{34} &= \alpha_{23} + \beta_3 - 180^\circ = 17^\circ 30' 39'' + 110^\circ 39' 26'' + \\ &180 \\ &= 308^\circ 10' 05''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha_{45} &= \alpha_{34} + \beta_4 - 180^\circ = 308^\circ 10' 05'' + 160^\circ 34' 23'' \\ &- 180 \\ &= 288^\circ 44' 28''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha_{56} &= \alpha_{45} + \beta_5 - 180^\circ = 288^\circ 44' 28'' + 69^\circ 44' 50'' \\ &- 180 \\ &= 178^\circ 29' 18''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha_{6A} &= \alpha_{56} + \beta_6 - 180^\circ = 178^\circ 29' 18'' + 226^\circ 38' \\ &- 180 \\ &= 225^\circ 07' 18''\end{aligned}$$

- Hitung Δ absis dan Δ ordinat .

$$\Delta X_{A1} = 61,14 \times \sin 99^\circ 29' 55'' = 60,3$$

$$\Delta X_{12} = 75,02 \times \sin 72^\circ 32' 26'' = 71,56$$

$$\Delta X_{23} = 61,06 \times \sin 17^\circ 30' 39'' = 18,37$$

$$\Delta X_{34} = 68,58 \times \sin 308^\circ 10' 05'' = - 53,92$$

$$\Delta X_{45} = 40,6 \times \sin 288^\circ 44' 28'' = -38,45$$

$$\Delta X_{56} = 66,8 \times \sin 178^\circ 29' 18'' = 1,76$$

$$\Delta X_{6A} = 84 \times \sin 225^\circ 07' 18'' = -59,52$$

$$\Delta Y_{A1} = 61,14 \times \cos 99^\circ 29' 55'' = -10,09$$

$$\Delta Y_{12} = 75,02 \times \cos 72^\circ 32' 26'' = 22,51$$

$$\Delta Y_{23} = 61,06 \times \cos 17^\circ 30' 39'' = 58,23$$

$$\Delta Y_{34} = 68,58 \times \cos 308^\circ 10' 05'' = 42,38$$

$$\Delta Y_{45} = 40,6 \times \cos 288^\circ 44' 28'' = 13,04$$

$$\Delta Y_{56} = 66,8 \times \cos 178^\circ 29' 18'' = -66,78$$

$$\Delta Y_{6A} = 84 \times \cos 225^\circ 07' 18'' = -59,27$$

- Hitung koreksi absis dan ordinat.

$$\sum \Delta X = \sum d \cdot \sin \alpha \pm f_x = 0$$

$$f_x = 0,1$$

Koreksi absis – 0,1 (karena

$$\sum \Delta Y = \sum d \cdot \cos \alpha \pm f_y = 0$$

$$f_y = 0,02$$

Sehingga Δ absis dan Δ ordinat yang benar :

$$\Delta X_{A1} = 60,3 - 0,01 = 60,29$$

$$\Delta X_{12} = 71,56 - 0,02 = 71,54$$

$$\Delta X_{23} = 18,37 - 0,01 = 18,36$$

$$\Delta X_{34} = -53,92 - 0,02 = -53,94$$

$$\Delta X_{45} = -38,45 - 0,01 = -38,46$$

$$\Delta X_{56} = 1,76 - 0,01 = 1,75$$

$$\Delta X_{6A} = -59,52 - 0,02 = -59,54$$

$$\Delta Y_{A1} = -10,09$$

$$\Delta Y_{12} = 22,51 - 0,01 = 22,50$$

$$\Delta Y_{23} = 58,23$$

$$\Delta Y_{34} = 42,38$$

$$\Delta Y_{45} = 13,04$$

$$\Delta Y_{56} = -66,78$$

$$\Delta Y_{6A} = -59,27 - 0,01 = -59,28$$

- Hitung koordinat.

$$X_1 = X_A + \Delta X_{A1} = 1000 + 60,29 = 1060,29$$

$$X_2 = X_1 + \Delta X_{12} = 1060,29 + 71,54 = 1131,83$$

$$X_3 = X_2 + \Delta X_{23} = 1131,83 + 18,36 = 1150,19$$

$$X_4 = X_3 + \Delta X_{34} = 1150,19 - 53,94 = 1096,25$$

$$X_5 = X_4 + \Delta X_{45} = 1096,25 - 38,46 = 1057,79$$

$$X_6 = X_5 + \Delta X_{56} = 1057,79 + 1,75 = 1059,54$$

$$X_A = X_6 + \Delta X_{6A} = 1059,54 - 59,54 = 1000$$

$$Y_1 = Y_A + \Delta Y_{A1} = 1000 - 10,10 = 989,91$$

$$Y_2 = Y_1 + \Delta Y_{12} = 989,91 + 22,50 = 1012,41$$

$$Y_3 = Y_2 + \Delta Y_{23} = 1012,41 + 58,23 = 1070,64$$

$$Y_4 = Y_3 + \Delta Y_{34} = 1070,64 + 42,38 = 1113,02$$

$$Y_5 = Y_4 + \Delta Y_{45} = 1113,02 + 13,04 = 1126,06$$

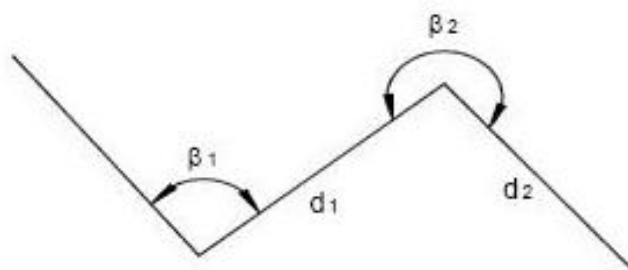
$$Y_6 = Y_5 + \Delta Y_{56} = 1126,06 - 66,78 = 1059,28$$

$$Y_A = Y_6 + \Delta Y_{6A} = 1059,28 - 59,28 = 1000$$

- Poligon Terbuka.

Dikatakan terbuka apabila titik awal tidak sama dengan titik 0 akhir.

- Poligon terbuka terikat titik awal dan sudut jurusan



Gambar 4. 6 Poligon terbuka

- Diketahui :
- koordinat titik P (X_p , Y_p)
 - sudut jurusan awal (α_p1)

- Diukur :
- sudut-sudut β_1, β_2

- jarak d_1, d_2, d_3

Ditanya : koordinat titik-titik 1, 2, 3 ?

Perhitungan :

Karena poligon ini hanya terikat pada titik awal dan sudut jurusan awal maka didalam perhitungannya tidak ada koreksi salah penutup sudut dan koreksi absis ordinat.

$$\alpha_{12} = \alpha_{p1} + \beta_1 - 180^\circ$$

$$\alpha_{23} = \alpha_{p1} + \beta_1 + \beta_2 - 2 \cdot 180^\circ$$

$$X_1 = X_p + d_1 \cdot \sin \alpha_{p1}$$

$$Y_1 = Y_p + d_1 \cdot \cos \alpha_{p1}$$

$$X_2 = X_1 + d_2 \cdot \sin \alpha_{12}$$

$$Y_2 = Y_1 + d_2 \cdot \cos \alpha_{12}$$

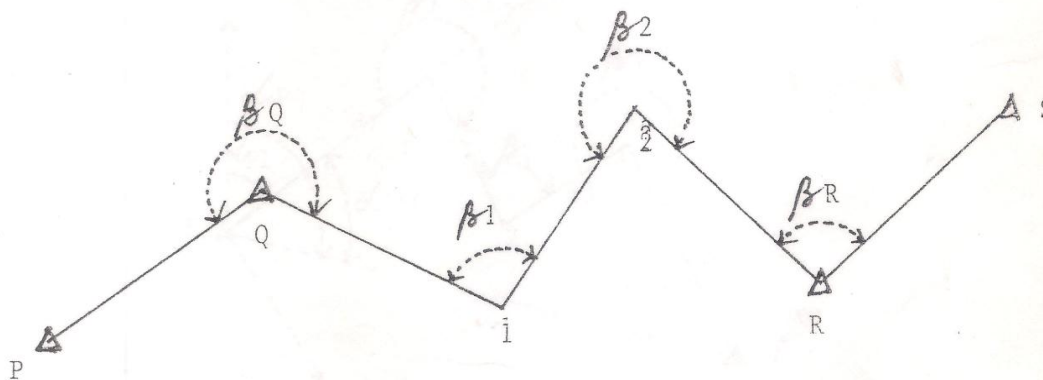
$$X_3 = X_2 + d_3 \cdot \sin \alpha_{23}$$

$$Y_3 = Y_2 + d_3 \cdot \cos \alpha_{23}$$

- Poligon terbuka terikat Sempurna.

Dikatakan terikat sempurna apabila poligon tersebut diikat oleh :

- ✓ sudut jurusan awal dan akhir
- ✓ koordinat titik awal dan titik akhir.



Gambar 4. 7 Poligon terbuka terikat sempurna

Diketahui :- sudut jurusan awal α_{pq} dan akhir α_{rs}

- koordinat titik Q dan titik R

Diukur : - sudut-sudut $\beta_q, \beta_1, \beta_2, \beta_r$

- jarak d1, d2, d3

Ditanya : Koordinat titik 1 dan 2 ?

Perhitungan :

Karena poligon ini terikat sempurna maka semua syarat geometrik harus dipenuhi :

$$\alpha_{\text{akhir}} = \alpha_{\text{awal}} + \sum \beta - n \cdot 180$$

$$X_r - X_q = \sum d \cdot \sin \alpha$$

$$Y_r - Y_q = \sum d \cdot \cos \alpha$$

Apabila hasil hitungan tidak memenuhi syarat diatas maka harus diberikan koreksi seperti pada 4). (syarat geometrik poligon) diatas.

Contoh perhitungan poligon terbuka terikat sempurna.

Jika pada titik B dan A mempunyai sebuah koordinat sebagai berikut,

$$X_B = 81,92 \quad Y_B = 432,66$$

$$X_A = 179,20 \quad Y_A = 352,69$$

$$X_C = 466,17 \quad Y_C = 793,75$$

$$X_D = 348,16 \quad Y_D = 853,74$$

$$\beta_A = 64^\circ 02' 16'' \quad d_{A1} = 148,11$$

$$\beta_1 = 196^\circ 12' 40'' \quad d_{12} = 135,25$$

$$\beta_2 = 190^\circ 22' 46'' \quad d_{23} = 121,17$$

$$\beta_3 = 191^\circ 05' 55'' \quad d_{3C} = 138,28$$

$$\beta_C = 65^\circ 48' 07''$$

Hitung koordinat titik 1, 2, 3.

- Hitungan sudut jurusan awal dan akhir.

Maka α_{BA} (azimuth dari titik B ke titik A) dapat kita hitung :

$$\alpha_{BA} = \arctan((X_A - X_B) / (Y_A - Y_B))$$

$$\alpha_{BA} = \arctan((179,20 - 81,92) / (352,69 - 432,66))$$

$$\alpha_{BA} = -50^\circ 34' 39,87''.$$

Dikarenakan titik A berada di daerah kuadran II, maka hasil dari penghitungan ditambahkan 180° , jadi hasilnya $129^\circ 25' 20,1''$.

$$\alpha_{CD} = \arctan((X_D - X_C) / (Y_D - Y_C))$$

$$\alpha_{CD} = \text{Arctan}((348,16 - 466,17)/(853,74 - 793,75)) \quad \alpha_{CD} = -63^{\circ}3'13,11''.$$

Dikarenakan titik D berada di daerah kuadran IV, maka hasil dari penghitungan ditambahkan 360° , jadi hasilnya $296^{\circ}56'46,8''$.

- Hitung koreksi sudut.

$$\alpha_{\text{akhir}} = \alpha_{\text{awal}} + \Sigma\beta - n \cdot 180 \text{ atau}$$

$$\alpha_{\text{akhir}} - \alpha_{\text{awal}} = \Sigma\beta - n \cdot 180$$

$$296^{\circ}56'47'' - 129^{\circ}25'20,1'' = 707^{\circ}31'44'' - 3 \cdot 180$$

$$167^{\circ}31'26,9'' = 167^{\circ}31'44'' \pm fb$$

$$\text{Kesalahan pengukuran sudut (fb)} = 17,1''$$

$$\text{Koreksi sudut} = -17,1''$$

$$\text{Koreksi setiap sudut fbi} = -17,1/5$$

Sehingga sudut benarnya :

$$\beta_A = 64^{\circ}02'16'' - 3'' = 64^{\circ}02'13''$$

$$\beta_1 = 196^{\circ}12'40'' - 3'' = 196^{\circ}12'37''$$

$$\beta_2 = 190^{\circ}22'46'' - 4'' = 190^{\circ}22'42''$$

$$\beta_3 = 191^{\circ}05'55'' - 4,1'' = 191^{\circ}05'50,9''$$

$$\beta_C = 65^{\circ}48'07'' - 3'' = 65^{\circ}48'04''$$

- Hitung sudut jurusan setiap sisi.

$$\alpha_{A1} = \alpha_{BA} + \beta_A - 180^{\circ} = 13^{\circ}27'33,1''$$

$$\alpha_{12} = \alpha_{A1} + \beta_1 - 180^{\circ} = 29^{\circ}40'10,1''$$

$$\alpha_{23} = \alpha_{12} + \beta_2 - 180^{\circ} = 40^{\circ}02'52,1''$$

$$\alpha_{3C} = \alpha_{23} + \beta_3 - 180^{\circ} = 51^{\circ}08'43''$$

$$\alpha_{CD} = \alpha_{23} + \beta_3 - 180^{\circ} = 296^{\circ}56'47''$$

- Hitung ΔX , ΔY .

$$\Delta X_{A1} = 148,11 \times \sin 13^{\circ}27'33,1'' = 34,47$$

$$\Delta X_{12} = 135,25 \times \sin 29^{\circ}40'10,1'' = 66,95$$

$$\Delta X_{23} = 121,17 \times \sin 40^{\circ}02'52,1'' = 77,96$$

$$\Delta X_{3C} = 138,28 \times \sin 51^{\circ}08'43'' = 107,68$$

$$\Delta Y_{A1} = 148,11 \times \cos 13^{\circ}27'33,1'' = 144,04$$

$$\Delta Y_{12} = 135,25 \times \cos 29^{\circ}40'10,1'' = 117,52$$

$$\Delta Y_{23} = 121,17 \times \cos 40^\circ 02' 52,1'' = 92,76$$

$$\Delta Y_{3C} = 138,28 \times \cos 51^\circ 08' 43'' = 86,75$$

- Hitung koreksi absis dan ordinat.

$$X_{\text{akhir}} = X_{\text{awal}} + \sum \Delta \text{absis} \pm f_x \text{ atau}$$

$$X_{\text{akhir}} - X_{\text{awal}} = \sum \Delta \text{absis} \pm f_x$$

$$466,17 - 179,20 = 287,06 \pm f_x$$

$$286,97 = 287,06 \pm f_x$$

$$f_x = 0,09$$

$$\text{Koreksinya} = + 0,09$$

$$\text{Koreksi setiap } \Delta X = - 0,09/4$$

$$\Delta X_{A1} = 34,47 - 0,03 = 34,44$$

$$\Delta X_{12} = 66,95 - 0,02 = 66,93$$

$$\Delta X_{23} = 77,96 - 0,02 = 77,94$$

$$\Delta X_{3C} = 107,68 - 0,02 = 107,66$$

$$Y_{\text{akhir}} = Y_{\text{awal}} + \sum \Delta \text{ordinat} \pm f_y \text{ atau}$$

$$Y_{\text{akhir}} - Y_{\text{awal}} = \sum \Delta \text{ordinat} \pm f_y$$

$$793,75 - 352,69 = 441,07 \pm f_y$$

$$441,06 = 441,07 \pm f_y$$

$$f_y = + 0,1$$

$$\text{Koreksinya} = - 0,1$$

Karena terlalu kecil sehingga koreksinya hanya diberikan pada jarak yang terjauh.

$$\Delta Y_{A1} = 144,04 - 0,1 = 144,03$$

$$\Delta Y_{12} = 117,52$$

$$\Delta Y_{23} = 92,76$$

$$\Delta Y_{3C} = 86,75$$

- Hitung koordinat titik 1, 2, 3.

$$X_b = X_a + d_{ab} \cdot \sin \alpha_{ab} = X_a + \Delta \text{ absis}$$

$$X_1 = X_A + \Delta X_{A1} = 179,20 + 34,44 = 213,64$$

$$X_2 = X_1 + \Delta X_{12} = 213,64 + 66,93 = 280,57$$

$$X_3 = X_2 + \Delta X_{23} = 280,57 + 77,94 = 358,51$$

$$X_C = X_3 + \Delta X_{3C} = 358,51 + 107,66 = 466,17$$

$$Y_b = Y_a + d_{ab} \cdot \cos \alpha_{ab} = Y_a + \Delta \text{ordinat}$$

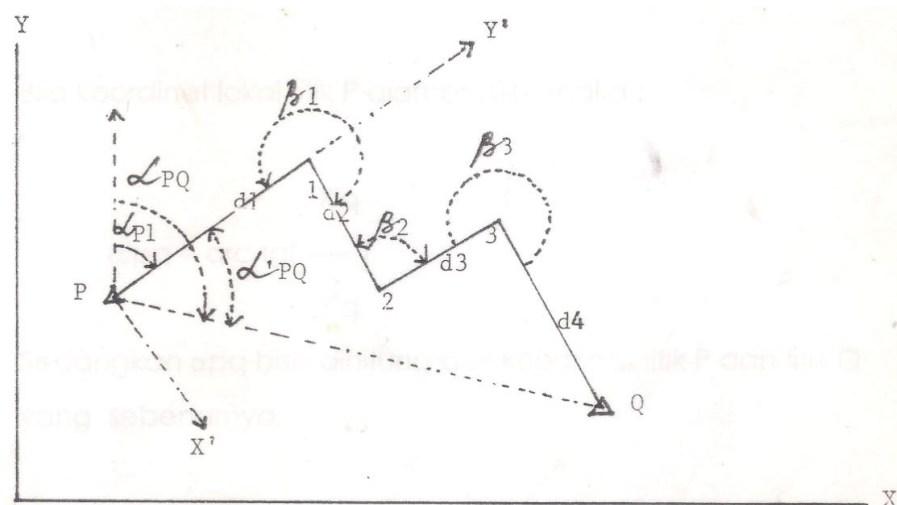
$$Y_1 = Y_A + \Delta Y_{A1} = 352,69 + 144,03 = 496,72$$

$$Y_2 = Y_1 + \Delta Y_{12} = 496,72 + 117,52 = 614,24$$

$$Y_3 = Y_2 + \Delta Y_{23} = 614,24 + 92,76 = 707$$

$$Y_C = Y_3 + \Delta Y_{3C} = 707 + 86,75 = 793,75$$

- Poligon Terbuka dengan Pengikatan Koordinat pada titik Awal dan Akhir.



Gambar 4. 8 Poligon Terbuka dengan Pengikatan Koordinat pada titik Awal dan Akhir.

Diketahui: koordinat titik awal P dan titik akhir Q

- Diukur : Sudut-sudut $\beta_1, \beta_2, \beta_3$
- Jarak : d_1, d_2, d_3, d_4

Ditanya : koordinat titik 1, 2, 3 ?

Perhitungan :

$$\alpha_{P1} = \alpha_{PQ} - \alpha'_{PQ}$$

Karena α'_{PQ} tidak diketahui, maka terlebih dahulu dipakai bantuan sistim koordinat lokal (X', Y') dengan titik awal P dan sudut jurusan awal diambil berimpit sisi P-1 ($\alpha_{P1} = 0$), sehingga koordinat 1, 2, 3, Q dapat dihitung.

Misalnya : (X'_1, Y'_1) ; (X'_2, Y'_2) ; (X'_3, Y'_3) ; (X'_q, Y'_q).

Sudut jurusan α'_{PQ} didapat dari hitungan koordinat lokal :

$$\alpha'_{pq} = \arctan \left(\frac{X'_q - X'_p}{Y'_q - Y'_p} \right)$$

Bila koordinat lokal titik P diambil (0,0) maka :

$$\alpha'_{pq} = \arctan \left(\frac{X'_q}{Y'_q} \right)$$

Sedangkan α_{pq} bisa dihitung dari koordinat titik P dan titik Q yang sebenarnya.

$$\alpha_{pq} = \arctan \left(\frac{X_q - X_p}{Y_q - Y_p} \right)$$

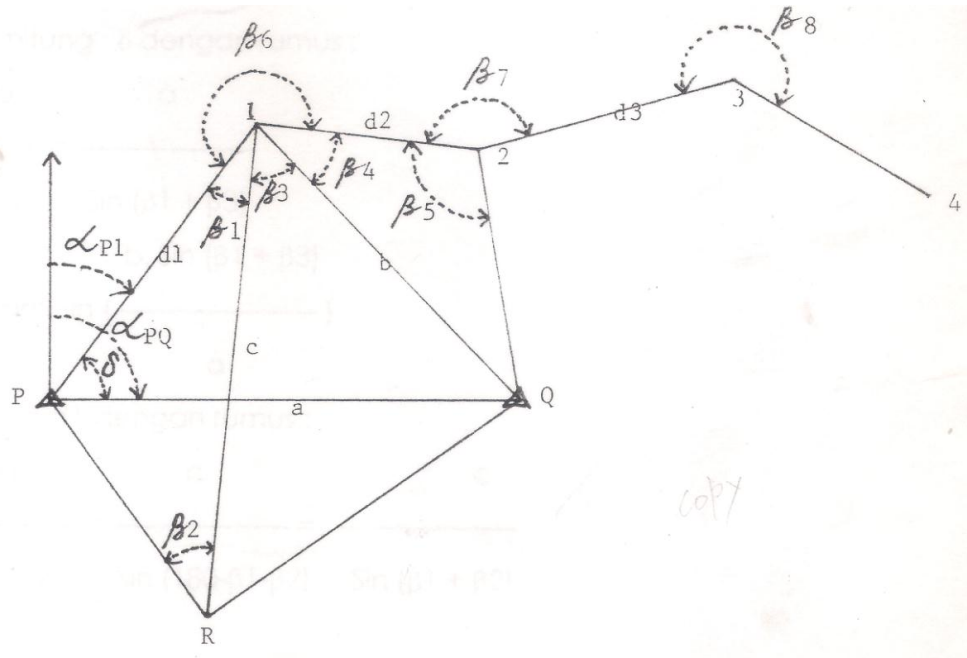
Sehingga sudut jurusan awal $\alpha_{p1} = \alpha_{pq} - \alpha'_{pq}$

Selanjutnya koordinat titik 1, 2, 3 dapat dihitung. Karena poligon ini hanya terikat pada titik awal dan akhir saja maka koreksi yang perlu diberikan hanyalah koreksi absis dan ordinat saja apabila :

$$X_q - X_p \neq \sum d \cdot \sin \alpha$$

$$Y_q - Y_p \neq \sum d \cdot \cos \alpha$$

- Masalah pada Poligon.
 - kedua titik tetap tidak dapat ditempati alat.



Gambar 4. 9 Poligon dengan titik tetap tidak dapat ditempati alat

Diketahui : Koordinat titik P dan Q.

Diukur : - sudut $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7, \beta_8$

- jarak d_1, d_2, d_3, d_4

Ditanya : ditanya koordinat titik 1, 2, 3 ?

Perhitungan :

- hitung $a = \sqrt{(X_q - X_p)^2 + (Y_q - Y_p)^2}$

- hitung b dengan rumus sinus :

$$b = \frac{d_2 \cdot \sin \beta_5}{\sin (\beta_4 + \beta_5)}$$

- hitung δ dengan rumus sinus :

$$\frac{b}{\sin \delta} = \frac{a}{\sin (\beta_1 + \beta_3)}$$

$$\delta = \arcsin \left\{ \frac{b \cdot \sin (\beta_1 + \beta_3)}{a} \right\}$$

- hitung d1 dengan rumus sinus :

$$\frac{d_1}{\sin \beta_2} = \frac{c}{\sin (180 - \beta_1 - \beta_2)} = \frac{c}{\sin (\beta_1 + \beta_2)}$$

$$d_1 = \frac{c \cdot \sin \beta_2}{\sin (\beta_1 + \beta_2)}$$

- hitung $\alpha_{pq} = \arctg \left\{ \frac{X_q - X_p}{Y_q - Y_p} \right\}$

- hitung $\alpha_{p1} = \alpha_{pq} - \delta$

- selanjutnya hitung koordinat titik 1, 2, 3.

○ Hasil Pengukuran Poligon dihindangi kesalahan Besar sudut atau jarak.

- Bila terjadi kesalahan besar (kekeliruan) untuk sudut.

Untuk mencari letak kesalahan, dapat dilakukan dengan :

- Dengan cara menghitung koordinat dari dua arah yakni dari titik B ke C didapat $X_1, Y_1; X_2, Y_2; X_3, Y_3; X'_c, Y'_c$ sedang dari titik C ke titik B didapat koordinat titik-titik $X'_3, Y'_3; X'_2, Y'_2; X'_1, Y'_1; X'_b, Y'_b$.

Dari kedua hasil hitungan di atas bandingkan mana koordinat yang hampir sama (pada titik yang sama pula) maka kemungkinan kesalahan besar terjadi pada titik tersebut.

- Cara lain untuk menentukan letak kesalahan besar pada pengukuran sudut adalah dengan menggunakan rumus Bronnimann :

$$X_t = \frac{X'_c + X_c}{2} - \left\{ \frac{Y'_c - Y_c}{2} \right\} \cotg \frac{1}{2} f$$

$$Y_t = \frac{Y'_c + Y_c}{2} + \left\{ \frac{X'_c - X_c}{2} \right\} \cotg \frac{1}{2} f$$

dimana :

X_c, Y_c adalah koordinat titik C yang diketahui.

X'_c, Y'_c adalah koordinat titik C yang dihitung dari data mentah.

f adalah salah penutup sudut $= (\alpha \text{ akhir} - \alpha \text{ awal}) - (\sum \beta - n \cdot 180)$

Koordinat titik poligon yang hampir sama dengan koordinat (X_t, Y_t) adalah titik dimana terdapat kesalahan besar dalam pengukuran sudut.

- Apabila terjadi kesalahan besar pada pengukuran jarak maka untuk mencari letak terjadinya kesalahan besar dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

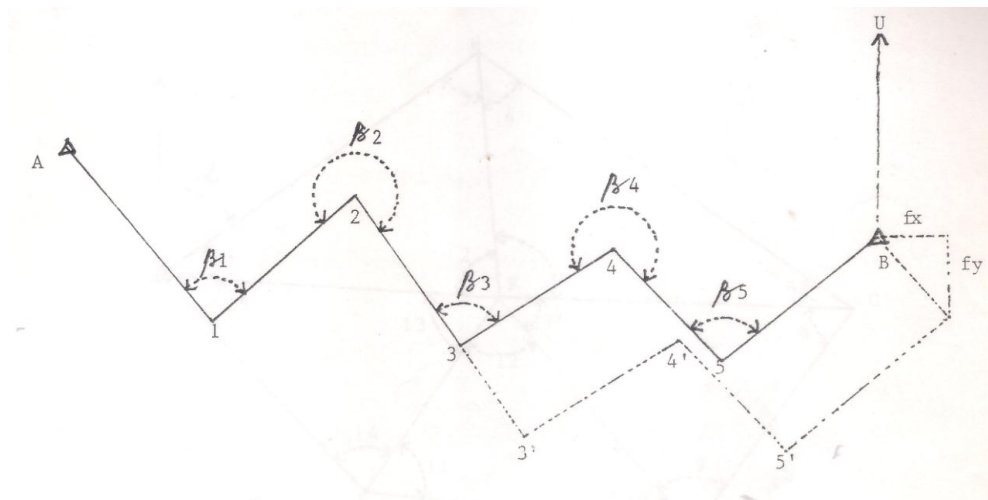
- hitung salah penutup koordinat f_x, f_y .

f_x

- hitung sudut jurusan : $\alpha = \text{arc tg } \frac{f_y}{f_x}$

f_y

- cari sisi yang sudut jurusanannya sama atau hampir sama dengan sudut α berarti kesalahan besar terjadi pada sisi tersebut.
- besarnya kesalahan jarak $f_l = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$



Gambar 4. 10 Pengaruh kesalahan pengukuran jarak

Toleransi Pengukuran

Cara Pengukuran:

1. Sudut :

$$f\beta \leq i \sqrt{n}$$

Dimana :

$f\beta$ = besaran koreksi sudut

i = bacaan skala terkecil alat (ketelitian bacaan sudut)

n = jumlah sudut yang diukur

2. Jarak :

$\sqrt{(f_x^2 + f_y^2)} / \sum D = 1/2500$, bila jarak diukur dengan pita ukur (jarak langsung)

Dimana :

f_x = salah penutup absis

f_y = salah penutup ordinat

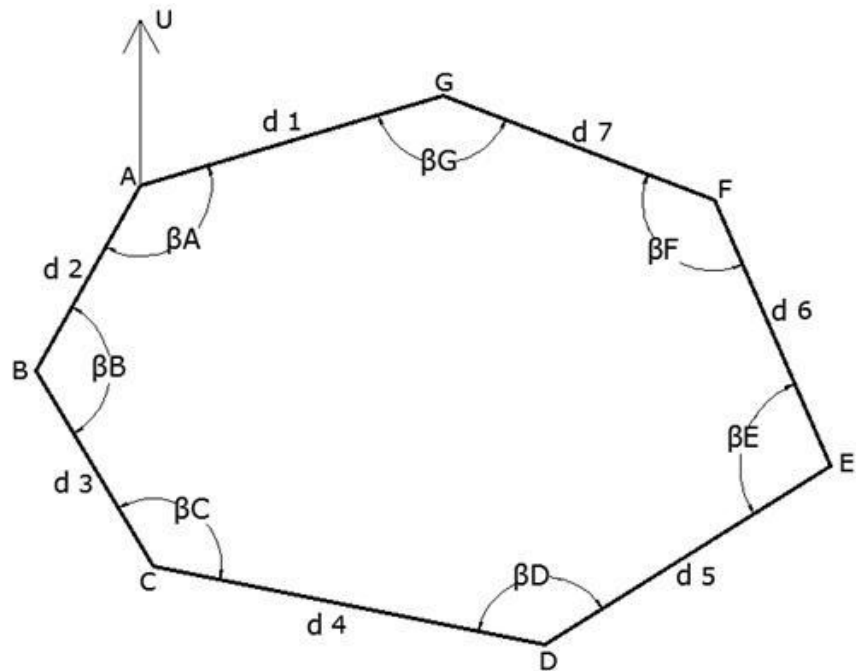
$\sum D$ = jumlah jarak

D. Aktivitas Pembelajaran.

Aktivitas 1. Melakukan pengukuran penentuan posisi.

Saudara diminta mencoba melakukan pengukuran penentuan posisi titik-titik 1, 2, 3, dst.

Di titik A, lakukan penentuan sudut jurusan ke arah titik G. Kemudian lanjutkan penentuan posisi titik-titik B, C, D, E, F, G dengan cara poligon.



Gambar 4. 11 Pengukuran poligon tertutup

Apa yang Saudara temukan setelah melakukan kegiatan pengukuran tersebut? Apakah ada hal-hal yang baik atau sebaliknya yang saudara temukan? Apakah hasil pengukuran sudutnya memenuhi toleransi? Diskusikan hasil pengamatan Saudara dengan anggota kelompok Saudara. Isikan langkah kerjanya kedalam LK-01.

E. Rangkuman.

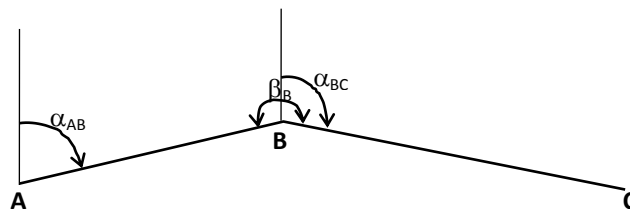
Kegiatan pembelajaran 4 membahas tentang :

1. Penentuan arah utara.
2. Penentuan posisi metode poligon.

F. Tes Formatif.

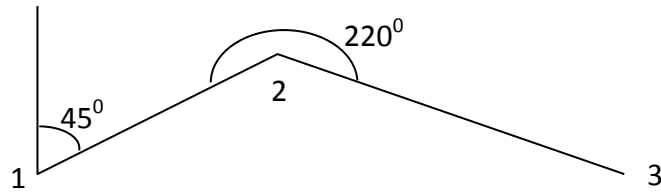
1. Sudut yang diukur dari arah utara sampai arah titik yang dibidik disebut :

- A. Sudut miring
 - B. Sudut zenith
 - C. Sudut jurusan
 - D. Sudut lereng
2. Metoda yang paling sederhana untuk penentuan azimuth dengan penghantar matahari adalah:
- A. Metoda bayang-bayang matahari.
 - B. Metoda tinggi matahari sama
 - C. Metoda sudut waktu matahari
 - D. Metoda tinggi matahari dengan sudut lereng
3. Jika diketahui koordinat titik P (8231,28 ; 2347,81) dan koordinat titik Q (-8478,14 ; -2483,83) maka sudut jurusan (azimuth) PQ adalah :
- A. $016^{\circ} 07' 39'',28$
 - B. $073^{\circ} 52' 20'',72$
 - C. $163^{\circ} 52' 20'',72$
 - D. $253^{\circ} 52' 20'',72$
4. Dari gambar di bawah ini, α_{BC} didapat dari :



- A. $\alpha_{AB} - \beta_B + 180^{\circ}$
- B. $\alpha_{AB} \pm \beta_B + 180^{\circ}$
- C. $\alpha_{AB} - \beta_B - 180^{\circ}$
- D. $\alpha_{AB} + \beta_B \pm 180^{\circ}$

5.

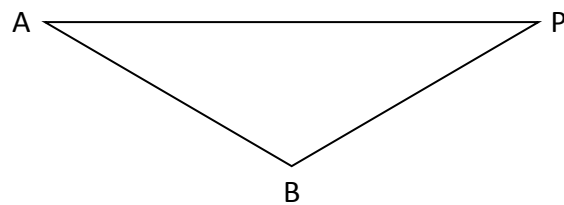


Dari gambar diatas sudut jurusan dari titik 2 ke titik 3 adalah :

- A. 175°
 - B. 265°
 - C. 85°
 - D. 140°
6. Pada poligon tertutup berlaku ketentuan : bila sudut luar yang diukur, maka koreksi sudut datar berlaku rumus :
- A. $\Sigma\beta = (n-2) 180^{\circ} \pm f\beta$
 - B. $\Sigma\beta = (n+1) 180^{\circ} \pm f\beta$
 - C. $\Sigma\beta = n \cdot 180^{\circ} \pm f\beta$
 - D. $\Sigma\beta = (n+2) 180^{\circ} \pm f\beta$
7. Bila $\Delta_x = -$, dan $\Delta_y = +$, maka sudut jurusan (azimuth) yang sebenarnya adalah :
- A. $180^{\circ} - \gamma$
 - B. $270^{\circ} + \gamma$
 - C. $360^{\circ} - \gamma$
 - D. $180^{\circ} + \gamma$
8. Dari pengukuran poligon seperti dibawah ini diperoleh data-data sudut dalam : $\beta_1 = 103^{\circ} 53' 45''$; $\beta_2 = 79^{\circ} 10' 30''$; $\beta_3 = 187^{\circ} 20' 30''$; $\beta_4 = 80^{\circ} 38' 45''$; $\beta_5 = 88^{\circ} 56' 00''$, maka salah penutup sudut adalah :
- A. $+30''$
 - B. $-30''$
 - C. $-6''$
 - D. $+6''$

9. Pada pengukuran sudut horizontal dengan theodolite, diperoleh bacaan kebelakang $14^{\circ}, 30'$ dan bacaan kemuka $237^{\circ}, 30'$, maka besar sudut horizontalnya adalah :
- A. 108°
 - B. 137°
 - C. 223°
 - D. 252°

10.



Dari gambar diatas diketahui : Koordinat A (0,0) ; B (10, -10), jarak AP 5 sudut $\alpha = 150$, maka koordinat titik P adalah :

- A. (2,50 ; 4,33)
- B. (4,33 ; 2,50)
- C. (12,50 ; -5,67)
- D. (-5,67 ; 12,50)

H. Kunci Jawaban.

1. C
2. A
3. D
4. D
5. C
6. D
7. C
8. B
9. C
10. C

KEGIATAN PEMBELAJARAN 5 : PEMETAAN TOPOGRAFI

A. Tujuan

Setelah mempelajari materi ini, diharapkan anda mampu :

1. Menjelaskan cara pemetaan topografi.
2. Melakukan pengukuran pemetaan topografi.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi.

Setelah mempelajari kegiatan belajar 5, peserta dapat :

1. Memahami pemetaan topografi.
2. Melakukan pengukuran pemetaan topografi.

C. Uraian Materi Pelajaran.

1. Umum

Pada dasarnya pengukuran untuk pemetaan adalah menentukan posisi horizontal dan vertikal setiap titik di lapangan.

Titik titik tersebut adalah :

- Titik-titik kontrol (titik ikat).

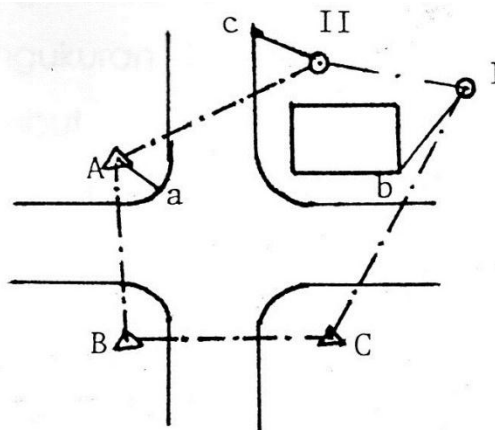
Titik ini berfungsi sebagai pengontrol seluruh titik-titik yang akan diukur

- Titik-titik bantu

Titik ini berfungsi sebagai titik ikat bantu apabila jarak antara titik ikat berjauhan

- Titik-titik detail

Titik-titik ini merupakan titik unsur alamiah misalnya sawah, ladang, hutan, sungai, maupun unsur-unsur buatan manusia seperti gedung, jembatan dll.



Gambar 5. 1 Macam-macam titik

- ✓ Titik-titik A,B,C adalah titik ikat
- ✓ Titik I,II, adalah titik bantu
- ✓ Titik a, b, c, adalah titik detail

Posisi titik-titik tersebut di atas (titik ikat, titik bantu, titik detail) dapat dinyatakan dalam sistim koordinat umum ataupun dalam sistim lokal. Dikatakan umum apabila posisi titik tersebut dinyatakan terhadap suatu sistim salib sumbu yang berlaku umum untuk seluruh wilayah negara. Sedangkan lokal artinya posisi titik tersebut dinyatakan terhadap suatu salib sumbu yang ditentukan sendiri, misalnya titik awal ditetapkan mempunyai koordinat dan tinggi nol.

Pengukuran ketiga titik di atas dapat dilakukan secara bertahap maka pengukurannya adalah sebagai berikut :

1. Ukur terlebih dahulu semua titik-titik kontrol.
Titik kontrol ini dapat diselenggarakan dengan cara poligon.
2. Setelah selesai pengukuran titik kontrol baru lakukan pengukuran titik bantu.
Titik bantu ini dipilih sedemikian rupa sehingga memudahkan pengambilan titik-titik detail.
3. Pengukuran titik detail.

Sedangkan apabila dikerjakan secara bersamaan maka setelah pengambilan/pengukuran titik ikat dan titik bantu langsung dilakukan pengukuran titik-titik detail yang ada disekitar titik ikat/titik bantu tersebut.

Pemilihan kedua cara di atas umumnya ditentukan oleh alat yang dipakai.

Apabila penentuan situasi suatu daerah dilakukan dengan menggunakan beberapa macam alat maka hendaknya pengukurannya dilakukan secara bertahap. Alat yang lebih teliti

digunakan untuk mengukur titik-titik kontrol dan titik-titik ikat, sedangkan alat yang kurang teliti dipakai untuk mengukur titik-titik detail.

Sedangkan apabila pengukurannya hanya menggunakan 1 macam alat maka sebaiknya dilakukan secara bersamaan. Hal ini akan lebih efisien dalam hal waktu, sebab pemasangan dan penyetelan alat hanya dilakukan sekali untuk pengukuran titik kontrol, titik bantu dan titik detail.

2. Orientasi Lapangan dan Pematokan

2.1. Maksud dan Tujuan.

Sebelum kita melakukan pengukuran-pengukuran baik untuk pengukuran kerangka teliti maupun untuk keperluan pemetaan, maka kita harus sudah mengetahui terlebih dahulu arah/jalur pengukuran yang mencakup seluruh daerah yang akan dipetakan.

Untuk itulah orientasi lapangan dimaksudkan merintis arah/jalur pengukuran sedemikian rupa sehingga seluruh daerah yang akan dipetakan dapat tercakup seluruhnya sekaligus kita dapat membuat sket dari daerah tersebut selain itu orientasi lapangan bertujuan untuk melakukan pematokan titik-titik kontrol dan titik-titik bantu sebagai titik-titik kerangka dasar pemetaan.

2.2. Pelaksanaan Pematokan

Dalam pelaksanaan pematokan, sebaiknya kita melakukan pematokan titik-titik kontrol terlebih dahulu, kemudian titik-titik bantu.

Hal ini dilakukan untuk memudahkan pengikatan titik-titik bantu terhadap titik-titik kontrol tetapi pada pelaksanaannya dapat dilakukan bersama-sama untuk menghemat waktu dan tenaga.

Pemasangan titik-titik diusahakan supaya jarak antara titik tidak terlalu jauh dan juga jangan terlalu dekat, tetapi kita harus memperhitungkan kemampuan dari alat yang digunakan (alat ukur sudut maupun alat ukur jarak).

Untuk keperluan pengukuran sudut, semakin jauh target yang dibidik maka sudut yang dihasilkan semakin teliti. Tetapi pada pengukuran jarak berlaku sebaliknya, semakin jauh jarak yang diukur semakin kurang teliti hasilnya.

2.3. Aturan pemasangan Patok.

- Setiap patok diberi paku seng di atasnya agar memudahkan pengukuran titik tersebut.
- Bedakan patok titik-titik kontrol dengan patok titik-titik bantu dimana patok titik kontrol lebih besar dari pada patok titik bantu.
- Pemasangan patok yang berurutan harus terlihat satu dengan yang lainnya, jangan sampai terhalang oleh pohon, bangunan dan lain-lain.
- Posisi setiap patok dipilih sedemikian rupa sehingga memudahkan untuk tempat berdiri alat.
- Penomoran patok harus berurutan dan jangan sampai ada yang sama.
- Sebaiknya setiap patok diberi cat agar memudahkan melihatnya.
- Pemasangan patok sebaiknya ditempat yang aman sehingga tidak mudah dicabut oleh orang.
- Hindari pemasangan patok yang berturutan yang akan menimbulkan sudut yang tajam.

➤ Pengukuran Titik Kontrol.

Yang dimaksud dengan titik kontrol adalah sejumlah titik-titik yang berhubungan dalam satu kerangka dan mempunyai fungsi khusus sebagai :

1. Kerangka dasar pemetaan topografi suatu daerah baik pemetaan dengan cara terestris maupun cara fotogrametris
2. Acuan pengikatan untuk titik-titik bantu maupun titik-titik detail
3. Kontrol ukuran terhadap titik-titik lainnya yang mempunyai ketelitian lebih rendah.

Kerangka dasar pemetaan harus meliputi seluruh daerah yang dipetakan dengan titik-titiknya tersebar merata dengan kerapatan tertentu. Penyelenggaraan titik-

titik kontrol dapat dilakukan dengan beberapa metoda penentuan posisi horisontal seperti :

- Poligon
- Perpotongan kemuka
- Perpotongan kebelakang
- Triangulasi
- Trilaterasi
- Triangulaterasi
- dan lain-lain.

Pemilihan terhadap metode-metode tersebut di atas tergantung dari daerah yang akan diukur.

Untuk daerah terbuka metode perpotongan kemuka, kebelakang, triangulasi, trilaterasi maupun triangulaterasi dapat saja digunakan. Sedangkan untuk daerah tertutup (antara satu patok dengan beberapa patok lainnya tidak kelihatan) maka sebaiknya digunakan metode poligon. Jadi pemilihan metode diatas tergantung hasil orientasi lapangan yang telah dilakukan.

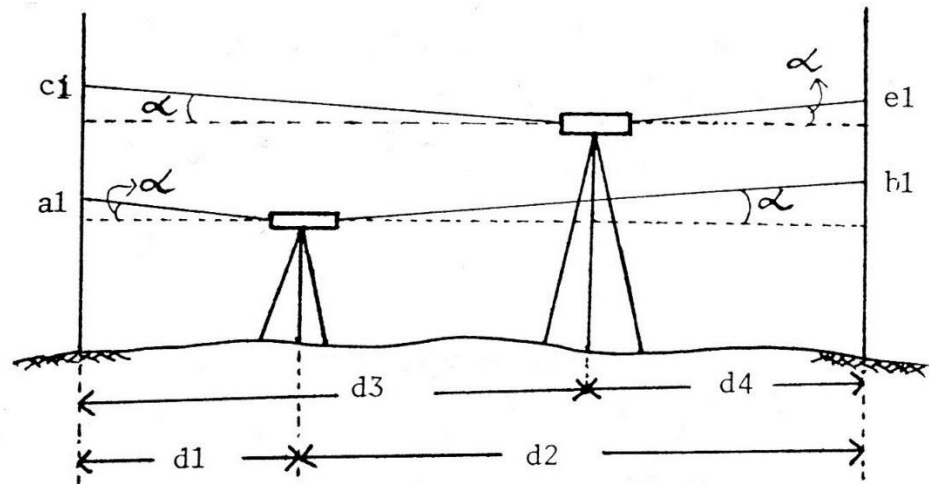
❖ **Penyelenggaraan Titik Kontrol Vertikal**

1. Alat yang digunakan :

- Alat sipat datar dengan statipnya
- 2 buah rambu ukur.

2. Hal-hal yang perlu diperhatikan

- Sebelum dan sesudah pengukuran sebaiknya dilakukan pengamatan koreksi garis bidik.



Gambar 5. 2 Pengamatan kesalahan garis bidik

(a1-b1)-(c1-e1)

$$\text{tg } \alpha = \frac{\text{---}}{\text{---}}$$

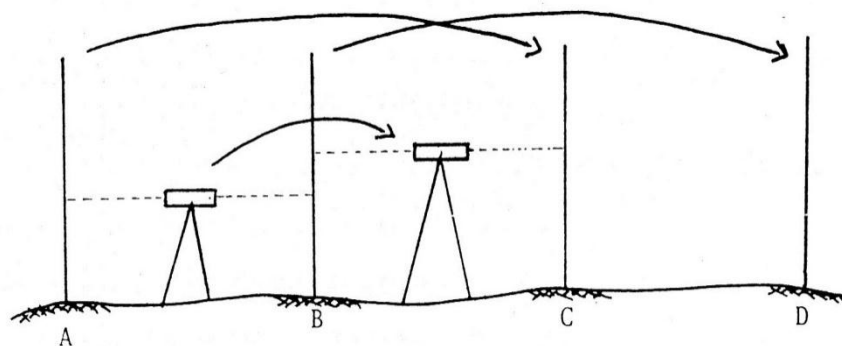
(d1-d2)-(d3-d4)

- Pengukuran tiap seksi sebaiknya dilakukan secara double stand, dimana selisih beda tinggi stand I dan stand II tidak lebih dari 2 mm
- Pembacaan rambu selalu dilakukan kerambu belakang terlebih dahulu kemudian kerambu muka.
- Apabila jarak antara setiap titik terlalu jauh, maka sebaiknya pengukuran dilakukan dalam beberapa seksi dengan jumlah seksi diusahakan genap. Hal ini dimaksudkan untuk menghilangkan kesalahan nol rambu yang disebabkan karena salah pembuatan atau karena alas rambu aus.
- Setiap pindah slag rambu muka menjadi rambu belakang dan sebaliknya rambu belakang menjadi rambu muka.
- Penempatan alat diusahakan ditengah-tengah antara 2 rambu tetapi apabila hal ini sulit dilaksanakan maka pada seksi/slag yang terakhir usahakan jumlah jarak kemuka sama dengan jumlah jarak kebelakang.

3. Langkah-Langkah Pengukuran.

- Tempatkan alat antara 2 titik kontrol A dan B kemudian atur sehingga siap untuk digunakan

- Tempatkan rambu dititik A dan dititik B
- Arahkan teropong ketitik A dan baca benang tengahnya
- Putar alat ke rambu B dan baca benang tengahnya
- Pindahkan rambu dititik A ke titik C
- Pindahkan alat ke slag antara titik B dan titik C dan atur
- Lakukan pembacaan kerambu B dan C
- Demikian seterusnya untuk titik-titik berikutnya sampai semua titik kontrol selesai diukur.



Gambar 5. 3 Skema perpindahan rambu dan alat

❖ Penyelenggaraan Titik Kontrol Horisontal

1. Alat yang digunakan

- Theodolit dengan statipnya
- 2 buah unting-unting untuk target
- Pita ukur atau alat ukur jarak lainnya.

2. Hal-hal yang perlu diperhatikan

Pengukuran sudut:

- Pembacaan sudut dilakukan biasa dan luar biasa untuk menyakinkan pembacaan yang benar dan untuk menghilangkan kesalahan sistimatis yang ada pada alat theodelit
- Besar sudut yang diperoleh disesuaikan dengan posisi titik-titik kerangka dilapangan

- Hasil sudut langsung dihitung dilapangan sehingga apabila ada kesalahan dapat langsung diketahui.

Pengukuran Jarak

- Apabila jarak diukur dengan pita ukur, maka pengukuran harus selurus mungkin dan datar.
- Sebaiknya pengukuran jarak diulang minimum 2 kali untuk menyakinkan kebenarannya.
- Apabila ada alat ukur jarak EDM, maka sebaiknya jaraknya diukur dengan alat ini.

3. Langkah-langkah Pengukuran

- Tempatkan theodolit dititik awal A dan atur sehingga siap untuk digunakan.
- Bidik ketitik dibelakang titik A yaitu titik P Apabila menggunakan theodolit reiterasi maka baca sudut horisontalnya kemudian putar ke titik B dan baca.

Sedangkan bila kita menggunakan theodolit repetisi maka bacaan horisontal ke titik P bisa diset nol, kemudian putar alat ke titik B dan baca sudut horisontalnya.

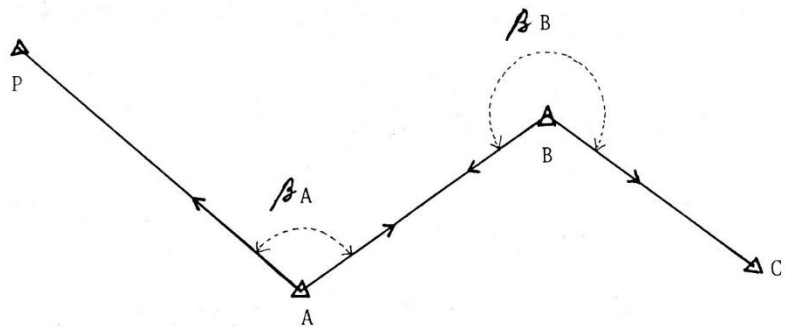
- Pindahkan alat ke titik B dan atur
- Arahkan alat ketitik A dan baca sudut horisontalnya (bisa diset nol dan bisa tidak tergantung alat),

kemudian putar alat ketitik C dan baca sudut horisontalnya.

- Demikian seterusnya untuk titik-titik berikut-nya sampai semua titik kontrol selesai diukur.
- Setelah semua sudut horisontal telah diukur, selanjutnya lakukan pengukuran jarak antara setiap titik.

Catatan :

Pengukuran sudut dan jarak dapat dilakukan bersama-sama pada setiap titik.



Gambar 5. 4 Pengukuran sudut dan jarak secara simultan

❖ **Penyelenggaraan Titik Bantu.**

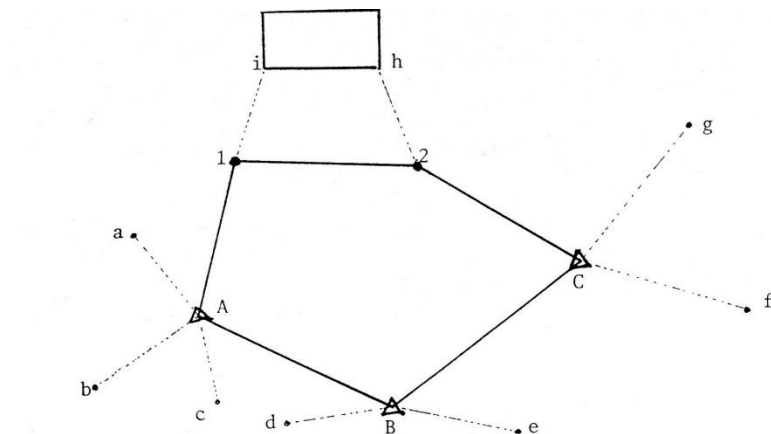
Setelah titik-titik kontrol selesai diselenggarakan maka selanjutnya dilakukan pengukuran titik-titik detail.

Tetapi karena kemungkinan ada titik-titik detail yang tak dapat diukur dari titik-titik kontrol yang ada, maka perlu diadakan titik-titik bantu dimana titik ini harus diikatkan terhadap titik kontrol. Titik bantu ini selanjutnya digunakan untuk mengambil titik-titik detail.

Pengukuran titik bantu dan titik detail dapat dilakukan dengan menggunakan theodolit kompas, dimana dengan alat ini memungkinkan penentuan posisi horisontal dan vertikal lebih cepat.

Dengan alat ini dapat diukur azimuth dan jarak dengan membaca sudut horisontal, sudut vertikal, benang atas, benang tengah dan benang bawah.

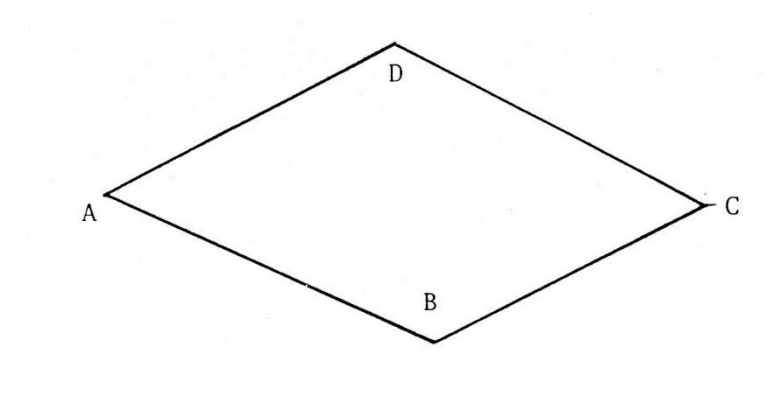
Pengukuran dengan cara seperti ini sering disebut sebagai pengukuran dengan metode tachymetri.



Gambar 5. 5 Pemetaan metode tachymetri

➤ Pengolahan Data

- Menghitung beda tinggi dan ketinggian setiap titik.



Gambar 5. 6 Perhitungan beda tinggi

- Hitung beda tinggi antara setiap titik

$$\Delta h_1 = BTBA - BTMB$$

$$\Delta h_2 = BTBB - BTMC$$

$$\Delta h_3 = BTBC - BTMD$$

$$\Delta h_4 = BTBD - BTMA$$

- Jumlahkan setiap beda tinggi.

$$\Delta h = \Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h_3 + \Delta h_4$$

- Apabila jalur pengukurannya tertutup maka jumlah beda tinggi (Δh) = 0, jika tidak maka perlu dikoreksi misalnya $\Delta h = 8$, maka koreksi

$$\Delta H = 8$$

$$\text{setiap } \Delta h = \frac{8}{4} = 2$$

sehingga beda tinggi setiap seksi menjadi:

$$\Delta h_1 = \Delta h_1 - 2$$

$$\Delta h_2 = \Delta h_2 - 2$$

$$\Delta h_3 = \Delta h_3 - 2$$

$$\Delta h_4 = \Delta h_4 - 2$$

- Hitung tinggi setiap titik :

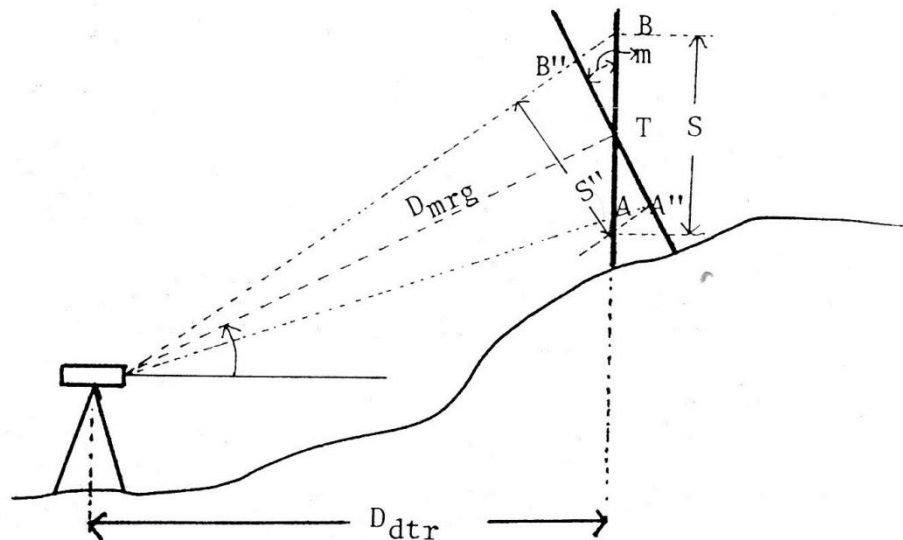
$$H_B = H_A + \Delta h_1$$

$$H_C = H_B + \Delta h_2$$

$$H_D = H_C + \Delta h_3$$

- **Menghitung jarak optis dan jarak datar**

Apabila jaraknya diukur dengan theodolit maka rumus-rumus untuk menghitung jarak adalah :



Gambar 5. 7 Skema pengukuran jarak optis dan jarak datar

$$D_{\text{miring}} = 100 (B'' - A'') = 100.S''$$

$$TB'' = TB \cdot \cos m$$

$$TA'' = TA \cdot \cos m$$

$$TB'' + TA'' = A''B'' = S \cdot \cos m$$

Sehingga.

$$D_{\text{miring}} = 100 \cdot S \cdot \cos m; S = BA - BB$$

$$D_{\text{datar}} = D_{\text{miring}} \cdot \cos m = 100 \cdot S \cdot \cos^2 m.$$

- **Menghitung sudut jurusan setiap sisi kerangka.**

- Hitung azimuth awal dari pengamatan matahari bila diinginkan utara geografis
- Tetapi apabila menggunakan kompas untuk theodelit maka sudut horizontal yang dibaca sudah merupakan azimuth awal (theodolit reiterasi), sedang apabila menggunakan theodelit repetisi yang dilengkapi kompas maka bacaan horizontal keutara harus diset nol, sehingga bacaan ketitik berikutnya merupakan azimuth awal (α_0).

- Hitung sudut jurusan berikutnya dengan rumus :

$$\alpha_1 = \alpha_0 + \beta_1 - 180$$

$$\alpha_2 = \alpha_0 + \beta_1 - 2 \cdot 180$$

$$\alpha_n = \alpha_0 + \beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_n - n \cdot 180$$

- Hitung salah penutup dengan rumus :

$$\alpha_n = \alpha_0 + \Sigma \text{ sudut yang diukur} - n \cdot 180 \pm f_b$$

f_b : salah penutup sudut

- Bila salah penutup (f_b) tidak nol maka koreksi setiap sudut sebesar :

$$\Delta f_b = \frac{f_b}{n}$$

- Hitung sudut jurusan yang telah diberi koreksi:

$$\alpha_1 = \alpha_0 + \beta_1 - 180 \pm \Delta f_b/n$$

$$\alpha_2 = \alpha_0 + \beta_1 + \beta_2 - 2 \cdot 180 \pm 2 \cdot \Delta f_b/n$$

$$\alpha_n = \alpha_0 + \beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_n - n \cdot 180 \pm \Delta f_b$$

- Hitung koordinat setiap titik:

$$X_1 = X_0 + D_{dtr\ 0-1} \cdot \sin \alpha_0$$

$$Y_2 = Y_0 + D_{dtr\ 0-1} \cdot \cos \alpha_0$$

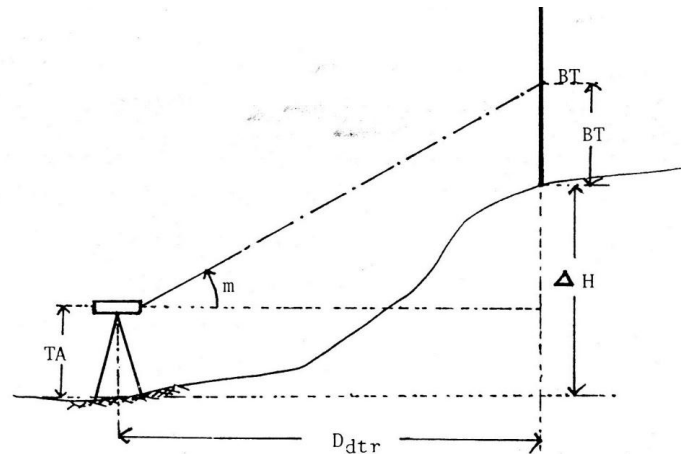
$$X_2 = X_1 + D_{dtr\ 1-2} \cdot \sin \alpha_1$$

$$Y_2 = Y_1 + D_{dtr\ 1-2} \cdot \cos \alpha_1$$

$$X_n = X_{n-1} + D_{dtr\ n-(n-1)} \cdot \sin \alpha_n$$

$$Y_2 = Y_{n-1} + D_{dtr\ n-(n-1)} \cdot \cos \alpha_n$$

- Menghitung beda tinggi untuk titik-titik detail.



Gambar 5. 8 Skema pengukuran beda tinggi

$$TA + D_{dtr} \cdot \sin m = \Delta H + BT$$

$$\Delta H = (TA - BT) + D_{dtr} \cdot \sin m$$

➤ **Penggambaran**

1. Alat yang diperlukan

- Kertas milimeter sesuai luas peta yang akan dibuat.
- Kertas kalkir
- Pensil
- Penghapus
- Busur derajat
- Mistar segitiga
- Mistar skala
- Rapido

2. Pengeplotan titik-titik kontrol dan titik-titik bantu :

- Plot titik kontrol / titik bantu yang mempunyai absis dan ordinat paling kecil disudut kiri bawah dari kertas milimeter
- Kemudian plot titik-titik berikutnya sesuai skala yang diinginkan
- Hubungkan titik-titik kontrol/titik-titik bantu dengan garis terputus-putus sesuai urutan pengukurannya.

3. Pengeplotan titik-titik detail

- Plot titik-titik detail dari titik-titik kontrol/titik-titik bantu sesuai titik pengambilannya dilapangan dengan berdasarkan sudut ukuran dan jarak datar. Jarak harus sesuai skala pengeplotan.
- Setiap titik detail harus dicantumkan nomor titik dan ketinggiannya.
- Setelah semua titik-titik (titik kontrol, titik bantu dan titik detail) telah diplot maka langkah berikutnya adalah menarik garis kontur sesuai interval kontur berdasarkan ketinggian titik-titik yang telah diplot.

Pengertian Garis Kontur.

Garis kontur adalah garis khayal dilapangan yang menghubungkan titik dengan ketinggian yang sama atau garis kontur adalah garis kontinyu diatas peta yang memperlihatkan titik-titik diatas peta dengan ketinggian yang sama. Nama lain garis kontur adalah garis tranches, garis tinggi dan garis

tinggi horizontal. Garis kontur + 25 m, artinya garis kontur ini menghubungkan titik-titik yang mempunyai ketinggian sama + 25 m terhadap tinggi tertentu. Garis kontur disajikan di atas peta untuk memperlihatkan naik turunnya keadaan permukaan tanah. Aplikasi lebih lanjut dari garis kontur adalah untuk memberikan informasi slope (kemiringan tanah rata-rata), irisan profil memanjang atau melintang permukaan tanah terhadap jalur proyek (bangunan) dan perhitungan galian serta timbunan (cut and fill) permukaan tanah asli terhadap ketinggian vertikal garis atau bangunan. Garis kontur dapat dibentuk dengan membuat proyeksi tegak garis-garis perpotongan bidang mendatar dengan permukaan bumi ke bidang mendatar peta. Karena peta umumnya dibuat dengan skala tertentu, maka untuk garis kontur ini juga akan mengalami pengecilan sesuai skala peta.

Garis-garis kontur merupakan cara yang banyak dilakukan untuk melukiskan bentuk permukaan tanah dan ketinggian pada peta, karena memberikan ketelitian yang lebih baik. Cara lain untuk melukiskan bentuk permukaan tanah yaitu dengan cara hachures dan shading. Bentuk garis kontur dalam 3 dimensi.

➤ **Sifat-sifat Garis Kontur.**

Garis-garis kontur merupakan cara yang banyak dilakukan untuk melukiskan bentuk permukaan tanah dan ketinggian pada peta, karena memberikan ketelitian yang lebih baik. Cara lain untuk melukiskan bentuk permukaan tanah yaitu dengan cara hachures dan shading.

Penggambaran kontur garis kontur memiliki sifat sebagai berikut

- Berbentuk kurva tertutup.
- Tidak bercabang.
- Tidak berpotongan.
- Menjorok ke arah hulu jika melewati sungai.
- Menjorok ke arah jalan menurun jika melewati permukaan jalan.

- Tidak tergambar jika melewati bangunan.
- Garis kontur yang rapat menunjukkan keadaan permukaan tanah yang terjal.
- Garis kontur yang jarang menunjukkan keadaan permukaan yang landai.
- Penyajian interval garis kontur tergantung pada skala peta yang disajikan, jika datar maka interval garis kontur tergantung pada skala peta yang disajikan, jika datar maka interval garis kontur adalah $1/1000$ dikalikan dengan nilai skala peta, jika berbukit maka interval garis kontur adalah $1/500$ dikalikan dengan nilai skala peta dan jika bergunung maka interval garis kontur adalah $1/200$ dikalikan dengan nilai skala peta.
- Penyajian indeks garis kontur pada daerah datar adalah setiap selisih 3 garis kontur, pada daerah berbukit setiap selisih 4 garis kontur sedangkan pada daerah bergunung setiap selisih 5 garis kontur.
- Satu garis kontur mewakili satu ketinggian tertentu.
- Garis kontur berharga lebih rendah mengelilingi garis kontur yang lebih tinggi.
- Rangkaian garis kontur yang berbentuk huruf "U" menandakan punggung gunung.
- Rangkaian garis kontur yang berbentuk huruf "V" menandakan suatu lembah/jurang.

➤ Interval Garis Kontur.

Interval kontur adalah jarak tegak antar dua garis kontur yang berdekatan dan merupakan jarak antara dua bidang mendatar yang berdekatan. Pada suatu peta tofografi interval kontur dibuat sama, berbanding terbalik dengan skala peta. Semakin besar skala peta, jadi semakin banyak informasi yang tersajikan, interval kontur semakin kecil. Indeks kontur adalah garis kontur yang penyajiannya ditonjolkan setiap kelipatan interval kontur tertentu.

Rumus untuk menentukan interval kontur pada suatu peta tofografi adalah :

$$IK = \frac{1}{\text{skala}}$$

2000

misalnya skala peta yang dibuat 1 : 5000, maka

1

interval kontur (IK) = $\frac{1}{5000} \cdot 5000 = 2,5 \text{ m}$

2000

➤ **Kegunaan Garis Kontur.**

Selain menunjukkan bentuk ketinggian permukaan tanah, garis kontur juga dapat digunakan untuk:

- Menentukan profil tanah (profil memanjang, *longitudinal sections*) antara dua tempat.
- Menghitung luas daerah genangan dan volume suatu bendungan.
- Menentukan route/trace suatu jalan atau saluran yang mempunyai kemiringan tertentu.
- Menentukan kemungkinan dua titik di lahan sama tinggi dan saling terlihat.
- Menghitung daerah aliran sungai (DAS).
- Menentukan perbedaan tinggi jatuh air (*Head*).

➤ **Interpolasi Garis Kontur.**

Semakin rapat titik detil yang diamati, maka semakin teliti informasi yang tersajikan dalam peta.

Dalam batas ketelitian teknis tertentu, kerapatan titik detil ditentukan oleh skala peta dan ketelitian (interval) kontur yang diinginkan.

Pengukuran titik-titik detail untuk penarikan garis kontur suatu peta dapat dilakukan secara langsung dan tidak langsung.

Pengukuran tidak langsung titik-titik detail yang tidak harus sama tinggi, dipilih mengikuti pola tertentu yaitu: pola kotak-kotak (*spot level*) dan profil (*grid*)

dan pola radial. Dengan pola-pola tersebut garis kontur dapat dibuat dengan cara interpolasi dan pengukuran titik-titik detailnya dapat dilakukan dengan cara tachymetry pada semua medan dan dapat pula menggunakan sipat datar memanjang ataupun sipat datar profil pada daerah yang relatif datar. Pola radial digunakan untuk pemetaan topografi pada daerah yang luas dan permukaan tanahnya tidak beraturan.

Pengukuran langsung titik detail dicari yang mempunyai ketinggian yang sama dan ditentukan posisinya dalam peta dan diukur pada ketinggian tertentu. cara pengukurannya bisa menggunakan cara tachymetry, atau kombinasi antara sipat datar memanjang dan pengukuran polygon. Cara pengukuran langsung lebih sulit dibanding dengan cara tidak langsung, namun ada jenis kebutuhan tertentu yang harus menggunakan cara pengukuran kontur cara langsung, misalnya pengukuran dan pemasangan tanda batas daerah genangan.

Titik detail dicari yang mempunyai ketinggian yang sama dan ditentukan posisinya dalam peta dan diukur pada ketinggian tertentu. Cara pengukurannya bisa menggunakan cara *tachymetry*, atau kombinasi antara sipat datar memanjang dan pengukuran *polygon*. Cara pengukuran langsung lebih sulit dibanding dengan cara tidak langsung, namun ada jenis kebutuhan tertentu yang harus menggunakan cara pengukuran kontur cara langsung, misalnya pengukuran dan pemasangan tanda batas daerah genangan. Penarikan garis kontur diperoleh dengan cara perhitungan interpolasi, pada pengukuran garis kontur cara langsung, garis-garis kontur merupakan garis penghubung titik-titik yang diamati dengan ketinggian yang sama, sedangkan pada pengukuran garis kontur cara tidak langsung umumnya titik-titik detail itu pada titik sembarang tidak sama. Bila titik-titik detail yang diperoleh belum mewujudkan titik-titik dengan ketinggian yang sama, posisi titik dengan ketinggian tertentu dicari, berada diantara 2 titik tinggi tersebut dan diperoleh dengan prinsip perhitungan 2 buah segitiga sebangun. Data yang harus dimiliki untuk melakukan interpolasi garis kontur adalah jarak antara 2 titik tinggi di

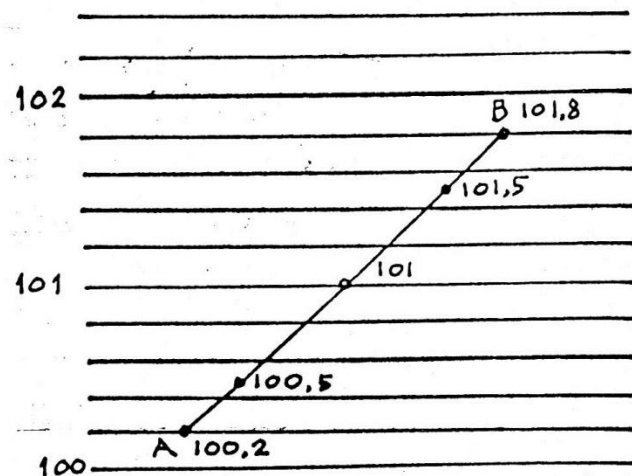
atas peta, tinggi definitif kedua titik tinggi dan titik garis kontur yang akan ditarik. Hasil perhitungan interpolasi ini adalah posisi titik garis kontur yang melewati garis hubung antara 2 titik tinggi.

Posisi ini berupa jarak garis kontur terhadap posisi titik pertama atau kedua. Titik hasil interpolasi tersebut kemudian kita hubungkan untuk membentuk garis kontur yang kita inginkan. maka perlu dilakukan interpolasi linear untuk mendapatkan titik titik yang sama tinggi.

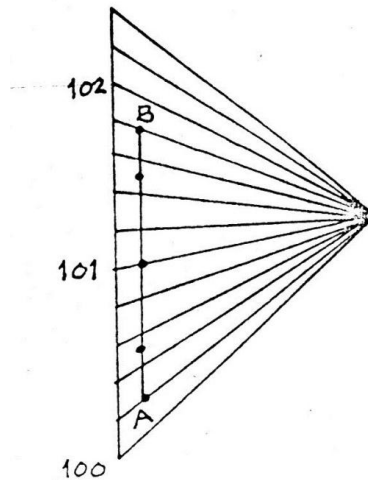
Interpolasi linear bisa dilakukan dengan cara : taksiran, hitungan dan grafis.

- Cara taksiran (visual). Titik-titik dengan ketinggian yang sama, sedangkan pada pengukuran.
- Cara hitungan (Numeris), cara ini pada dasarnya juga menggunakan dua titik yang diketahui posisi dan ketinggiannya, hitungan interpolasinya dikerjakan secara numeris (eksak) menggunakan perbandingan linear.
- Cara grafis, cara grafis dilakukan dengan bantuan garis-garis sejajar yang dibuat pada kertas transparan (kalkir atau kodatrace). Garis-garis sejajar dibuat dengan interval yang sama disesuaikan dengan tinggi garis kontur yang akan dicari.

Sering juga menggunakan mal transparan bergaris dan berskala.



Gambar 5.9 Mal bergaris sejajar



Gambar 5. 9 Mal bergaris kutub

➤ **Kelengkapan dan Kesempurnaan peta.**

Walaupun daerah yang diukur telah digambar seluruhnya, hal ini belum berarti pekerjaan pemetaan telah selesai.

Supaya peta terang dan dapat dibaca, maka digunakan tanda-tanda untuk menyatakan bangunan-bangunan yang ada diatas permukaan bumi seperti jalan raya, jalan kereta api, jalan lori, jalan orang, sungai, selokan, telaga, rawa-rawa, kampung dan lain-lain. Perlu pula diterangkan bahwa untuk bermacam-macam keadaan dan bermacam-macam tanaman yang berada dipermukaan bumi, misalkan ladang, padang rumput atau alang - alang,

perkebunan seperti karet, kelapa, teh, kopi, kina, untuk tiap macam pohon digunakan tanda-tanda yang satu sama lain berbeda-beda.

Secara rinci hal-hal yang perlu ada sebagai kelengkapan dan kesempurnaan peta adalah :

- ✓ Skala peta secara grafis.
- ✓ Simbol-simbol/legenda yang tergambar di peta.
- ✓ Arah utara.
- ✓ Nama peta.

- ✓ Waktu pelaksanaan.
- ✓ Nama pelaksana.
- ✓ Keterangan lain yang dianggap perlu.

D. Aktivitas Pembelajaran.

Sebelum saudara melakukan kegiatan lebih lanjut, jawablah pertanyaan-pertanyaan dibawah ini secara individual.

1. Coba jelaskan menurut pengertian anda hal apa yang perlu diketahui terlebih dahulu sebelum kita melakukan pengukuran untuk pemetaan.
2. Apa kegunaannya kita melakukan orientasi lapangan terlebih dahulu sebelum kita melakukan pengukuran untuk pemetaan.

Aktivitas 1. Melakukan pematokan.

Pasanglah patok-patok sebagai titik kontrol dan titik bantu pada suatu areal yang akan dipetakan sesuai aturan pemasangan patok.

Aktivitas 2. Melakukan pengukuran ketinggian.

Lakukan pengukuran ketinggian setiap patok dengan alat sipat datar.

Aktivitas 3. Melakukan pengukuran posisi horisontal setiap patok.

Lakukan pengukuran koordinat setiap patok.

Apa yang Saudara temukan setelah melakukan kegiatan pengukuran tersebut? Apakah ada hal-hal yang baik atau sebaliknya yang saudara temukan? Diskusikan hasil pengamatan Saudara dengan anggota kelompok Saudara. Isikan langkah kerjanya kedalam LK-01.

E. Rangkuman.

Kegiatan pembelajaran 5 membahas tentang :

- a. Pemetaan Topografi.

F. Tes Formatif.

1. Gambaran satu objek permukaan bumi yang disajikan disebut dengan peta :
 - A. Umum
 - B. Kontur
 - C. Topografi
 - D. Tematik.
2. Pada peta topografi/rupa bumi tampak garis kontur yang rapat, hal ini menunjukkan :
 - A. Daerah yang landai.
 - B. Daerah yang terjal.
 - C. Daerah yang berbukit-bukit.
 - D. Daerah berlembah.
3. Pembuatan peta harus disesuaikan dengan keadaan sebenarnya di permukaan bumi. Conform berarti :
 - A. Luas di peta sama dengan luas sesungguhnya.
 - B. Bentuk di peta sama dengan bentuk sesungguhnya.
 - C. Jarak di peta sama dengan jarak sesungguhnya.
 - D. Ketinggian di peta sama dengan ketinggian sesungguhnya.
4. Metode memperbesar/memperkecil peta dengan membuat kotak-kotak kecil di peta asli dan lembar kerja disebut dengan metode :
 - A. Pantograf.
 - B. Fotograf.
 - C. Scanning.
 - D. Sistem grid bujur sangkar.
5. Sebuah peta topografi dengan skala 1 : 5000 akan di ubah menjadi skala 1 : 25000, maka pernyataan yang benar adalah :
 - A. Informasi yang disajikan akan semakin detail.
 - B. Informasi tidak berubah tetapi jarak dalam peta berubah.

- C. Perbedaan kontur dalam peta akan bertambah.
 - D. Informasi dan jarak dalam peta tidak berubah.
6. Keterangan dari simbol-simbol yang ada dalam peta disebut :
- A. Simbol.
 - B. Orientasi.
 - C. Lettering.
 - D. Legenda.
7. Secara umum, simbol dapat dibedakan menjadi :
- A. Titik, dot dan area.
 - B. Dot, line dan garis
 - C. Area, titik dan garis.
 - D. Kuantitatif, kualitatif dan titik.
8. Bila peta topografi dengan skala 1 : 10.000, maka interval konturnya adalah :
- A. 2,00 m.
 - B. 2,50 m.
 - C. 3,00 m.
 - D. 4,00 m.
9. Yang bukan merupakan sifat/ciri garis kontur adalah :...
- A. Garis kontur merupakan garis tertutup.
 - B. Garis kontur berhimpit pada daerah terjal.
 - C. Garis kontur yang memotong sungai akan mengarah ke muara membentuk huruf V
 - D. Garis kontur tidak pernah berpotongan.
10. Yang bukan cara Interpolasi garis kontur dibawah ini adalah :
- A. Cara grafis.
 - B. Cara hitungan.
 - C. Cara taksiran.
 - D. Cara numeris.

G. Kunci Jawaban.

1. D.
2. B.
3. C.
4. D.
5. B.
6. D.
7. C.
8. B.
9. C.
10. D.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 6 : PENGENALAN TOTAL STATION.

A. Tujuan

Setelah mempelajari materi ini, diharapkan anda mampu :

1. Menjelaskan bagian-bagian total station dengan benar.
2. Menggunakan total station sesuai cara kerja.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi.

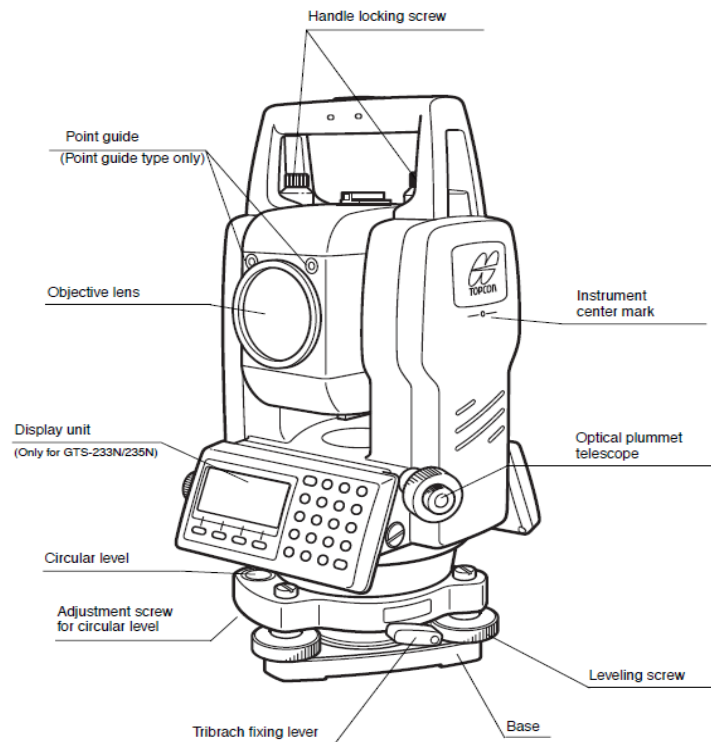
Setelah mempelajari kegiatan belajar 6, peserta dapat :

- a. Memahami bagian-bagian total station.
- b. Menggunakan alat total station.

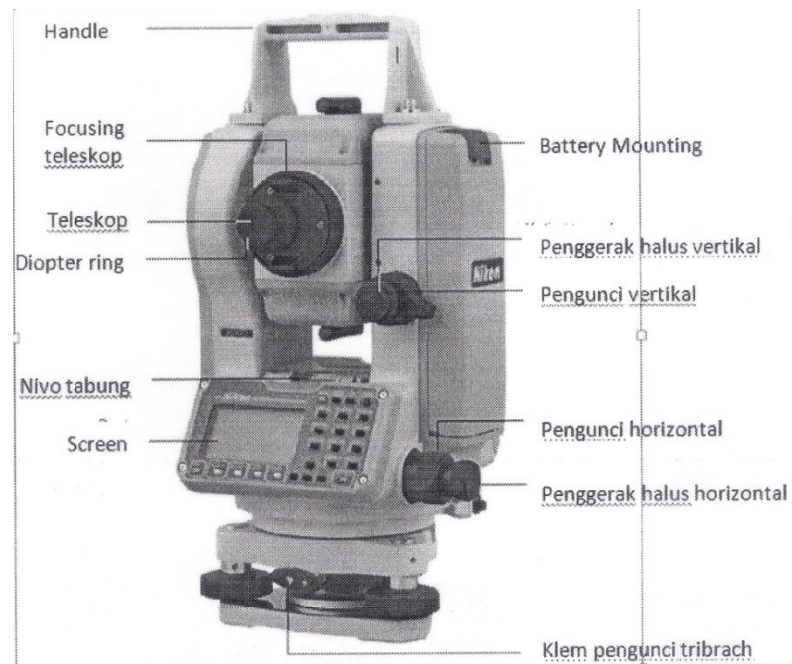
C. Uraian Materi Pelajaran.

Total Station merupakan suatu alat elektronik modern yang digunakan dalam melakukan survey . Alat ini digunakan untuk mengukur sudut dan jarak. Total station adalah kombinasi transit (teleskop) antara elektronik dan alat pengukur jarak elektronik EDM (*electronic distance measurement*). EDM merupakan alat ukur jarak elektronik yang menggunakan gelombang elektro magnetik berupa sinar infra merah sebagai gelombang pembawa sinyal pengukuran dan dibantu dengan sebuah reflektor berupa prisma sebagai target yaitu alat pemantul sinar infra merah agar kembali ke EDM. Jadi, total Station merupakan alat teknologi yang menggabungkan secara elektornik antara teknologi theodolite dengan teknologi EDM. Total station itu sendiri merupakan perkembangan terakhir dari theodolit. Total station di lengkapi dengan perangkat, seperti transit dan tape, yang dapat menentukan sudut dan jarak dari instrumen poin yang dapat disurvei. EDM, untuk mengukur jarak dari instrumen target. Sebuah kalkulator untuk mencari lokasi titik terlihat. Perekam data untuk mengurangi potensi kesalahan. Dengan bantuan trigonometri, sudut dan jarak dapat digunakan untuk menghitung posisi sebenarnya (x, y, dan z atau arah timur dan elevasi) titik yang disurvei secara absolut.

➤ **Bagian-bagian total station :**



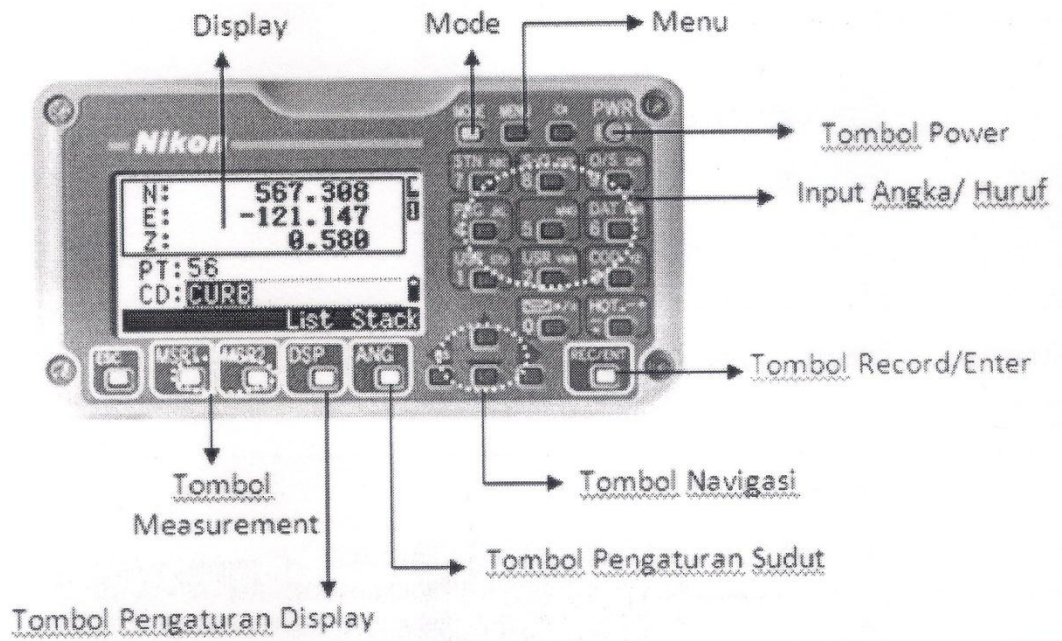
Gambar 6. 1 Total station Tampak depan.



Gambar 6. 2 Total station Tampak belakang

➤ **Tampilan layar.**

- Instrumen menggunakan layar LCD dot matrix memiliki 160x64 dot dengan lampu latar.
- LCD yang digunakan memiliki empat baris dan 20 karakter untuk setiap baris.
- Tiga baris pertama berisikan data hasil pengukuran termasuk atributnya, sedangkan baris ke empat berisikan tombol-tombol fungsi yang berubah sesuai yang ditampilkan.



Gambar 6. 3 Tampilan layar

Adapun keutamaan alat ukur Total Station secara umum yaitu Tingkat ketelitian bacaan ukuran jarak berkisar antara 0,1 Cm – 0,01Cm, jadi dapat dapat disimpulkan bahwa alat ini sudah cukup teliti. Kemampuan jarak ukur rata-rata 3.000 meter. Sumber kesalahan bisa di hilangkan atau dieleminasi, misalnya yaitu kesalahan kasar (*blunder*) yaitu kesahan karena kelalaian manusia, seperti : salah baca, salah tulis dan salah dengar. Karena pada Total Station bacaan arah, sudut dan bacaan jarak sudah ditampilkan otomatis pada tampilan layar, bahkan dapat tersimpan secara otomatis dalam memori alat ukur. Pengolahan data dilengkapi dengan software seperti AutoCAD dan Mincom, sehingga pengolahan data lebih cepat. Data ukuran jarak, sudut, azimuth dan koordinat tersimpan di memory alat.

Format data hasil ukuran Total Station sudah bisa diaplikasikan langsung dengan program GIS dan digabungkan dengan data GPS. Kesalahan Kolimasi, kesalahan index vertikal sudah diset Nol sehingga tidak perlu pengaturan lagi. Pada proses pengukuran *stake out* atau pencarian titik, Total Station lebih memudahkan pelaksana dalam mencari titik-titik tersebut. Dengan memasukan koordinat acuan titik dan data jarak dan sudut yang diketahui, maka pencarian

titik tersebut lebih mudah, karena alat Total Station menghitung secara otomatis posisi prisma berdiri, Pada kondisi cahaya redup ataupun gelap, pengukuran masih bisa dilaksanakan karena Total Station menggunakan teknologi infra merah.

Jadi, Total Station merupakan peralatan pengukuran tipe teliti berbasis elektronik yang mempunyai kemampuan berintegrasi dengan peralatan pemetaan lainnya seperti halnya GPS dan software sistem informasi geografis.

Total station adalah alat ukur sudut dan jarak yang terintegrasi dalam satu unit alat. Total station juga sudah dilengkapi dengan processor sehingga bisa menghitung jarak datar, koordinat, dan beda tinggi secara langsung tanpa perlu kalkulator lagi.

Berikut ini penjabaran mengenai pengertian Total station :

- Total Station : adalah peralatan elektronik ukur sudut dan jarak (EDM) yang menyatu dalam 1 unit alat.
- Data dapat disimpan dalam media perekam. Media ini ada yang berupa on-board/internal, external (elect field book) atau berupa card/PCMCIA Card. - > salah catat tidak ada.
- Mampu melakukan beberapa hitungan (misal: jarak datar, beda tinggi dll) di dalam alat. Juga mampu menjalankan program-program survey, misal : Orientasi arah, Setting-out, Hitungan Luas dll, kemampuan ini tergantung type total stationnya.
- Untuk type “high end”nya ada yang dilengkapi motor penggerak, dan dilengkapi dengan ATR-Automatic Target Recognition, pengenalan objek otomatis (prisma).
- Type tertentu mampu mengeliminir kesalahan-kesalahan : kolimasi Hz & V, kesalahan diametral, koreksi refraksi, dll. Hingga data yang didapat sangat akurat.
- Ketelitian dan kecepatan ukur sudut dan jarak jauh lebih baik dari theodolite manual dan meteran. Terutama untuk pemetaan situasi.

- Alat baru dilengkapi Laser Plummet, sangat praktis dan Reflector-less EDM (EDM tanpa reflector).
- Data secara elektronis dapat dikirim ke PC dan diolah menjadi Peta dengan program mapping software.

➤ **Perbedaan Theodolit dengan Total Station.**

Theodolite sebenarnya adalah alat pengukur sudut saja, jadi data primer yang dihasilkan dari theodolite hanya sudut horizontal, sudut vertikal dan bacaan rambu ukur. Untuk mendapatkan jarak diperlukan data pendukung seperti data dari EDM, meteran atau dengan tachimetri. Sedangkan Total station langsung bisa mendapatkan data sudut dan jarak dalam satu pengukuran.

➤ **Cara kerja Total Station.**

Total station merupakan perangkat elektronik yang dilengkapi piringan horizontal, piringan vertikal dan komponen pengukur jarak. Dari ketiga data primer ini (Sudut horizontal, sudut vertikal dan jarak) bisa didapatkan nilai koordinat X,Y,Z serta beda tinggi. Data direkam dalam memory dan selanjutnya bisa ditransfer ke komputer untuk di olah menjadi data spasial.

➤ **Manfaat Total Station.**

Kedua stasiun theodolite dan total station yang digunakan untuk mengukur sudut horizontal dan vertikal selama mensurvei dan proyek. Masing-masing memiliki pro dan kontra tertentu yang dapat digunakan dalam berbagai situasi. Secara umum, hal itu akan tergantung pada waktu, uang, tenaga, dan keahlian yang telah tersedia pada saat penentuan alat yang tepat untuk pekerjaan Anda dan tentunya bila ada menginginkan keakuratan dalam pekerjaan konstruksi atau design anda saat survei gunakanlah alat Laser Auto Level.

Meskipun theodolit telah digunakan selama ratusan tahun, operasi utama dari alat ini tetap sama. theodolite terdiri dari teleskop bergerak dipasang antara sumbu vertikal dan horizontal. Sudut dari masing-masing sumbu dapat diukur dengan presisi cukup akurat selama operator memiliki pengetahuan yang cukup

menggunakan alat dan trigonometri dasar. Namun, penggunaan theodolit secara umum memerlukan bantuan dari setidaknya satu orang lain selain operator utama untuk membantu mengukur dan menyelaraskan sudut. Ketika menghitung presisi, sangat penting bahwa kedua operator yang terlatih dan memahami semua elemen pengumpulan data; ini mungkin termasuk meratakan saham tripod / theodolite dan pengukuran, serta menyelaraskan tiang dan mengukur garis untuk mengumpulkan data yang akurat, dan akhirnya menggunakan kemampuan matematika dan grafis untuk menghasilkan output yang sesuai.

Artikel tentang mengenal total station. Manfaat dari total station akan melebihi downsides, dalam banyak kasus, karena fitur-fiturnya semua-inklusif dan integrasi digital. A total station mengintegrasikan fungsi theodolite untuk mengukur sudut dan jarak dengan EDM (meter jarak elektronik). Total stasiun menggunakan sistem prisma dan laser untuk mengembangkan pembacaan digital dari seluruh pengukuran selama pekerjaan Anda. Semua informasi yang dikumpulkan dengan total station disimpan dalam sebuah komputer eksternal di mana data dapat dimanipulasi dan ditambahkan ke program CAD. Robotic total stasiun yang tersedia yang memungkinkan operator untuk bekerja sendiri dengan menggunakan remote control.

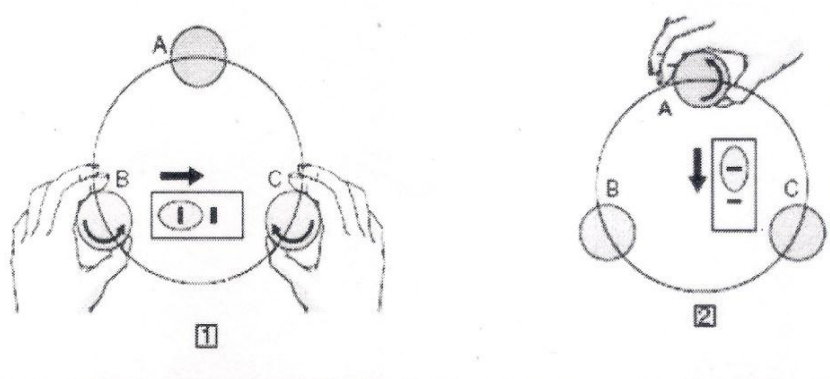
➤ **Mendirikan Statif dan Sentring Alat**

Maksud dari kegiatan ini adalah untuk meletakkan kedudukan instrument alat ukur pada posisi yang benar-benar vertikal.

Cara kerja:

- ✓ Dirikan statif dengan benar dan buat tantanan instrument yang sedatar mungkin.
- ✓ Letakan alat dengan benar kemudian atur sekrup nivo (mata sapi).
- ✓ Setelah gelembung udara pada nivo berada ditengah, putar alat 360° untuk mengetahui ketepatan nivo.

- ✓ Bila gelembung berubah ulangi langkah 2 dan 3 sampai gelembung tetap ditengah.



Gambar 6. 4 Pengaturan nivo

➤ **Setting Instrumen.**

Ada beberapa setting yang perlu dilakukan sewaktu kita akan melakukan pengukuran :

- **Setting Job**

Dilakukan untuk melakukan setting seperti : Skala factor, Temperatur dan Pressure, Sudut, Jarak dan sebagainya. Setelah kita buat Job, akan ada pilihan untuk masuk ke menu Sett.

- **Setting Measurements**

Setting ini digunakan untuk melakukan setting seperti : target, konstanta prisma dan lainlain. Dengan adanya dua tombol MSR (MSR1 dan MSR2) memungkinkan kita untuk setting dua mode pengukuran yang berbeda, misal MSR1 untuk yang non-prisma dan MSR2 untuk yang prisma.

Langkahnya:

- ✓ Tekan tombol MSR dan tahan beberapa saat, sehingga akan muncul gambar sebagai berikut :



Gambar 6. 5 Tampilan Layar untuk setting Job dan Setting Measurements

Target : – N-Prisma (untuk reflectorless)

✓ Prisma (untuk pakai reflector)

Const : Isikan sesuai dengan konstanta prisma (mis : 0 mm, 30 mm, dsbnya)

Mode : Precise / Normal AVE : 1 -99

Rec mode : – MSR only (hanya mengukur, data tidak disimpan)

✓ Confirm (ada pertanyaan data mau disimpan/tidak)

✓ All (mengukur dan data otomatis langsung disimpan)

Perlu diperhatikan juga setting constanta prisma, karena jika kita memasukkan nilai konstanta prisma yang tidak sesuai maka hasil pengukuran yang kita lakukan juga tidak tepat. Untuk itu perlu diperhatikan jika kita mau melakukan pengukuran, maka kita pastikan bahwa nilai konstanta prismanya sudah sesuai.

D. Aktivitas Pembelajaran.

Aktivitas 1. Melakukan pengukuran koordinat.

Pasanglah patok-patok sebagai titik kontrol pada suatu areal yang akan dipetakan sesuai aturan pemasangan patok.

Lakukan pengukuran koordinat titik-titik. Apa yang Saudara temukan setelah melakukan kegiatan pengukuran tersebut? Apakah ada hal-hal yang baik atau sebaliknya yang saudara temukan? Diskusikan hasil pengamatan Saudara dengan anggota kelompok Saudara. Isikan langkah kerjanya kedalam LK-01.

E. Rangkuman.

Kegiatan pembelajaran 6 membahas tentang :

- i. Pengenalan Total Station.

F. Tes Formatif.

1. Alat total station merupakan :
 - A. Teodolit terintegrasi dengan komponen pengukur jarak elektronik (electronic distance meter (EDM)) untuk membaca jarak dan kemiringan dari instrumen ke titik tertentu.
 - B. Teodolit yang hanya mampu mengukur jarak.
 - C. Teodolit yang hanya mampu mengukur sudut.
 - D. Teodolit yang hanya mampu mengukur beda tinggi.
2. Persyaratan yang harus dipenuhi sebuah total station sebelum memulai pengukuran adalah :
 - A. garis jurusan nivo skala utama mendatar, tegak lurus sumbu I.
 - B. sumbu II sejajar sumbu I.
 - C. garis bidik sejajar sumbu II.
 - D. garis jurusan nivo skala mendatar sejajar dengan garis indeks skala tegak.
3. Tombol yang ditekan pada saat akan memulai pengukuran adalah :
 - A. MODE
 - B. MEAS
 - C. S/A

- D. P1
4. Untuk menset bacaan horisontal pada sudut $0^{\circ} 0' 0''$, maka kita harus menekan tombol :
- A. HSET
 - B. HOLD
 - C. OSET
 - D. P1,1
5. Memasukkan nilai koordinat alat, maka perlu menekan tombol :
- A. R.HT
 - B. INSHT
 - C. P2
 - D. OCC
6. Memasukkan nilai tinggi alat, maka perlu menekan tombol :
- A. INSHT.
 - B. P2
 - C. OCC
 - D. R.HT
7. Tombol menu berfungsi :
- A. Untuk mode pengukuran koordinat.
 - B. Mengubah menu mode ke normal mode dan mengatur aplikasi pengukuran.
 - C. Untuk mode pengukuran jarak
 - D. Untuk merekam data pengukuran.
8. Untuk mengubah bacaan horisontal ke kanan/kiri, maka kita harus menekan tombol :
- A. H-BZ
 - B. CMPS
 - C. R/L
 - D. P31
9. Tujuan kita memasukkan tinggi alat dan tinggi target pada saat pengukuran adalah :
- A. Untuk mendapatkan jarak datar.

- B. Untuk mendapatkan koordinat titik yang di bidik.
 - C. Untuk mendapatkan beda tinggi dengan titik yang di bidik.
 - D. Untuk mendapatkan posisi yang dibidik.
10. Salah satu kelebihan total station adalah dapat mengukur ketinggian suatu objek tanpa harus meletakkan prisma di puncak objek tersebut. Hal ini dapat dilakukan dengan masuk ke program :
- A. NIPM.
 - B. PSM
 - C. PPM
 - D. REM

G. Kunci Jawaban.

1. A
2. A
3. B
4. C
5. D
6. A
7. B
8. C
9. C
10. D

KEGIATAN PEMBELAJARAN 7 : STUDI KELAYAKAN HIDROLOGI

A. Tujuan

Setelah melakukan kegiatan pembelajaran ini, peserta diklat mampu melakukan studi kelayakan hidrologi.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Setelah melakukan kegiatan pembelajaran ini, peserta diklat mampu mengumpulkan data hidrologi dan hidrolika sungai dalam beberapa periode dari beberapa sumber dan menyimpulkan data hidrologi dan hidrolika (debit dan *head*) dari berbagai sumber.

C. Uraian Materi

Pengertian Hidrologi

Hidrologi merupakan ilmu yang berkaitan dengan sifat, fenomena, dan distribusi air di muka bumi khususnya distribusi air di daratan. Tidak terkecuali dalam program pembangunan mikrohidro yang akan dilaksanakan di berbagai wilayah, aliran air merupakan bagian yang penting dalam kehidupan, terutama lingkungan sekitar yaitu masyarakat yang berhubungan langsung dengan aliran air.

Kondisi hidrologi, dalam hal ini meliputi potensi debit dan curah hujan dimana termasuk di dalamnya tentang perubahan iklim, menjadi parameter rujukan yang diperlukan untuk pengembangan mikrohidro.

Kondisi ini secara alami sangat mempengaruhi skema pembangunan sistem PLTMH, dengan demikian pemilihan lokasi PLTMH dan memastikan kelayakan pembangunan PLTMH yang telah direncanakan.

Faktor utama yang menjadi persoalan adalah semakin meningkatnya pembukaan lahan baru untuk tegalan dan kebutuhan lain di sekitar areal pembangunan pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) terutama di daerah atau areal konservasi dan areal kawasan penyangga atau yang semakin intensif setiap tahunnya. Hal ini akan menjadi acuan

untuk penghitungan ketersediaan air hingga dalam kurun waktu tertentu ke masa depan.

Hal yang perlu diperhatikan bahwa kondisi hidrologi yang kurang layak, berakibat kurangnya debit aliran akan mempengaruhi efisiensi dan daya yang dihasilkan. Termasuk dalam hal ini kondisi hidrologi yang beresiko tinggi seperti curah hujan yang berfluktuasi terlalu tinggi dan ekstrim serta potensi perubahan iklim akan menjadi hambatan serta berdampak pada peningkatan biaya dalam persiapan maupun pengolahan PLTMH yang direncanakan.

Lokasi pembangkit dengan aliran yang konsisten sebagai modal utama untuk menempatkan komponen dalam rangkaian pembangunan PLTMH menjadi sangat penting, untuk itu diperlukan survei untuk mendapatkan data yang mendukung kondisi aliran yang akan dipilih sebagai lokasi pembangkit yang dibangun.

Lokasi dipilih untuk PLTMH adalah pada sungai atau saluran yang berkarakteristik sebagai berikut:

1. Terjamin ketersediaan airnya.
2. Aliran relatif stabil atau variasi perbedaan debit cukup kecil.
3. Banjir terbesar yang pernah terjadi tidak berpotensi merusak bangunan pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) dengan semua komponennya.
4. Pengaruh aliran terhadap pengikisan sungai atau saluran dapat diminimalisir secara teknis.
5. Lokasi saluran pembuang dan saluran pembuang tidak menimbulkan dampak merugikan.
6. Daerah aliran sungai (DAS) yang terjaga dan terawat vvegetasinya.
7. Tanah disekitar sungai tidak mudah longsor.
8. Aliran penampang sungai yang relatif lurus.

9. Apabila lokasi PLTMH ada di penampang sungai yang berbelok, bangunan pengambilan air sebaiknya terletak di sisi luar dari belokan sungai dan berada di ujung belokan sungai tersebut.

Bab ini akan membantu menjelaskan pemilihan lokasi berdasarkan pengukuran potensi hidrologi di sekitar daerah tangkapan air, sehingga didapatkan daya dukung potensi pembangunan PLTMH yang paling optimal, berkualitas dengan biaya pembangunan dan pengelolaan yang paling efisien.

Skema Sistem PLTMH

Lokasi yang berpotensi menjadi alternatif pembangunan pembangkit energi listrik mikrohidro dapat dipetakan sebagai suatu skema sistem yang terdiri dari beberapa komponen pendukung kondisi hidrologi, selain factor perubahan iklim sebagai bagian yang mempengaruhi kondisi aliran dalam jangka panjang, curah hujan sebagai daya dukung aliran, termasuk komponen utamanya adalah debit dan *head* sebagai parameter penentuan kelayakan hidrologi aliran.

Faktor Curah Hujan dalam Pemilihan Lokasi PLTMH

Curah hujan merupakan faktor utama yang akan menentukan kondisi daerah aliran yang akan digunakan sebagai lokasi pembangkit mikrohidro. Data tentang sebaran curah hujan di sekitar atau di daerah tangkapan air akan memberikan informasi aliran sungai dan atau saluran memudahkan perencanaan pembangkit mikrohidro.

Beberapa prediksi dan perhitungan yang menjadi pertimbangan dalam memilih lokasi yang memiliki aliran untuk mendukung perencanaan pembangkit PLTMH, antara lain

1. Pengumpulan data curah hujan.

Pemilihan lokasi PLTMH sangat mempertimbangkan daerah tangkapan air. Lokasi aliran yang dipilih mempunyai simpanan air cukup, hal ini bisa diperhitungkan dan diprediksikan berdasarkan simpanan air di daerah hulu tangkapan air berdasarkan curah hujan yang terjadi di daerah tangkapan air.

2. Penghitungan berdasarkan curah hujan rata-rata.

Beberapa daerah tangkapan air yang dipilih tidak memiliki data yang cukup untuk dijadikan rujukan dalam menentukan ketersediaan air. Kondisi ini menggunakan data hujan rata-rata untuk memprediksikan ketersediaan air.

3. Penghitungan berdasarkan estimasi area sebaran hujan.

Daerah tangkapan air yang mempunyai data lengkap akan menjadi lebih mendukung jika data yang didapatkan diestimasi berdasarkan data curah hujan serta sebaran data hujan yang terjadi di sekitar daerah tangkapan air.

4. Memanfaatkan fasilitas informasi hidrologi.

Pemanfaatan ini dapat dipertimbangkan untuk efisiensi biaya pelaksanaan survei, meski untuk pengamatan dilakukan untuk mendapatkan data ini dibutuhkan pemahaman yang lebih baik untuk mendapatkan daerah aliran yang mempunyai kondisi yang ideal.

Analisis Debit Andalan

Penghitungan debit andalan dapat dilakukan berdasarkan data debit hasil pencatatan pos duga muka air dan atau penghitungan data curah hujan.

Apabila tersedia data debit secara lengkap baik dalam satuan waktu harian maupun satuan waktu bulanan yang tercatat selama setidaknya 10 tahun, maka dapat langsung dilakukan analisis dengan pada uraian paling akhir dari sub bab ini.

Apabila analisis menggunakan tidak dapat dilakukan karena data yang tidak ada, tidak lengkap atau banyak data yang hilang, maka analisis debit menggunakan cara penghitungan berikut ini yang dilakukan dengan beberapa parameter.

Hasil analisis tersebut dapat melengkapi data debit yang tidak lengkap atau hilang.

1. Perhitungan Data Curah Hujan

Data curah hujan diukur dengan alat pengukur hujan, baik yang manual ataupun yang otomatis. Hasil pengukuran yang diperoleh dari setiap alat pengukur hujan adalah data hujan lokal, sedangkan untuk keperluan analisis diperlukan data hujan daerah tangkapan air.

Stasiun pencatatan hujan dipilih dengan persyaratan sebagai berikut:

- a. Pilih 1 lokasi stasiun pencatat hujan yang terdekat dengan lokasi dengan jarak < 10 km.
- b. Apabila tidak ada stasiun pencatat hujan dengan jarak < 10 km, maka dicari stasiun hujan lain dengan jarak 10–20 km, minimal 2 stasiun pencatat hujan.
- c. Apabila tidak ada stasiun pencatat hujan dengan jarak 10–20 km, maka dicari stasiun hujan lain dengan jarak < 50 km, minimal 3 stasiun pencatat hujan.

Apabila terdapat daerah tangkapan air yang tidak sesuai dengan kriteria di atas, maka setidaknya terdapat 1 stasiun pencatat hujan terdekat sebagai acuan dalam perhitungan data curah hujan.

Apabila juga tidak dapat memenuhi kriteria tersebut, maka dapat mengacu pada daerah tangkapan air terdekat yang memiliki data debit, data hujan atau hasil analisis debit lengkap. Metode acuan menggunakan cara perbandingan luas daerah tangkapan air.

Data hujan daerah tangkapan air yang paling nyata dihitung dengan menggunakan metode poligon Thiessen. Cara ini memperhitungkan luas daerah yang diwakili stasiun yang berpengaruh sebagai faktor koreksi dalam menghitung hujan rata-rata.

Poligon didapatkan dengan cara sebagai berikut:

- a. Semua stasiun yang terdapat di dalam atau di luar daerah tangkapan air dihubungkan dengan garis, sehingga terbentuk jaringan segitiga segitiga. Hendaknya dihindari terbentuknya segitiga dengan sudut sangat tumpul.
- b. Setiap segitiga ditarik garis sumbunya, dan semua garis sumbu tersebut membentuk poligon.
- c. Luas daerah yang hujannya dianggap diwakili salah satu stasiun yang bersangkutan adalah daerah yang dibatasi garis poligon tersebut atau dengan batas daerah tangkapan air.
- d. Luas relatif daerah ini dengan luas daerah tangkapan air merupakan faktor koreksinya.

Hal yang perlu diperhatikan bahwa metode poligon ini dilakukan hanya untuk daerah tangkapan air dengan stasiun pencatat hujan minimal 3 stasiun yang tersebar di sekeliling daerah tangkapan air tersebut. Apabila jumlah stasiun kurang dari 3 dan atau tidak tersebar di sekeliling daerah tangkapan air, maka metode ini sukar dilakukan atau dapat dilakukan dengan hasil yang kurang menggambarkan kenyataan.

Metode poligon ini cocok untuk menentukan tinggi hujan rata-rata apabila pos pencatat hujan tidak terlalu banyak, data dari setiap pos hujan tersebut lengkap dan atau hujan yang terjadi tidak merata.

2. Metode Perhitungan Debit Andalan

Perhitungan debit andalan dengan cara empiris untuk desain bangunan air di Indonesia umumnya menggunakan beberapa metode, yaitu metode Mock, NRECA dan Tank Model. Analisis debit dari ketiga metode tersebut direkomendasikan berdasarkan tingkat empiris, ketepatan hasil dan kemudahan perhitungan.

Berdasarkan pengalaman lapangan, metode Mock merupakan metode yang direkomendasikan untuk mendukung desain.

Metode NRECA digunakan di Indonesia untuk daerah semi kering seperti di wilayah Nusa Tenggara Timur dan tidak sesuai untuk daerah dengan vegetasi dan iklim basah seperti di wilayah Aceh Tengah atau Jawa Barat.

Berdasarkan hal itu, maka metode ini direkomendasikan untuk perbandingan hasil dan atau penggunaannya untuk wilayah tertentu. Apabila digunakan untuk perbandingan hasil untuk analisis di wilayah bukan daerah semi kering, maka memerlukan penyesuaian dan pengawasan dalam analisis.

Metode Tank Model dalam analisis debit andalan, lebih sukar dibandingkan dengan kedua metode sebelumnya dan metode ini dilakukan dengan mengacu pada data debit sebagai perbandingan atas metode Mock dan NRECA.

Analisis debit dengan cara empiris, selain memperhitungkan parameter curah hujan juga terdapat parameter evapotranspirasi sebagai salah satu komponen analisis.

Evapotranspirasi merupakan laju penguapan dari tanaman pendek yang menutupi tanah secara sempurna, tinggi yang seragam dan berada dalam keadaan cukup air.

Beberapa metode analisis evapotranspirasi antara lain Thornwhite, Blannet Criddle, Hargreaves dan Penman. Metode-metode tersebut berbeda dalam macam data yang digunakan untuk perhitungan. Analisis evapotranspirasi di Indonesia umumnya menggunakan metode Penman yang sudah direkomendasikan FAO (1970) karena menghasilkan perhitungan yang lebih akurat dimana cakupan data meteorologi yang digunakan paling lengkap di antara metode-metode yang lain.

Perhitungan evapotranspirasi dengan metode Penman memerlukan parameter suhu udara, penyinaran matahari, kelembaban udara dan kecepatan angin.

Beberapa metode analisis evapotranspirasi antara lain Thornwhite, Blannet Criddle, Hargreaves dan Penman.

Metode-metode tersebut berbeda dalam macam data yang digunakan untuk perhitungan. Analisis evapotranspirasi di Indonesia umumnya menggunakan metode Penman yang sudah direkomendasikan FAO (1970) karena menghasilkan perhitungan yang lebih akurat dimana cakupan data meteorologi yang digunakan paling lengkap di antara metode-metode yang lain.

Perhitungan evapotranspirasi dengan metode Penman memerlukan parameter suhu udara, penyinaran matahari, kelembaban udara dan kecepatan angin.

Analisis debit empiris dengan menggunakan data curah hujan dan klimatologi diuraikan sebagai berikut:

a. Metode Mock

Secara umum analisis debit berdasarkan data curah hujan yang sering dilakukan di Indonesia adalah menggunakan metode empiris dari Dr. FJ. Mock (1973) yaitu analisis keseimbangan air untuk menghitung harga debit bulanan berdasarkan transformasi data curah hujan bulanan, evapotranspirasi, kelembaban tanah dan tampungan air tanah. Metode empiris tersebut digunakan apabila terdapat catatan debit sungai yang hilang.

Prinsip metode Mock menyatakan bahwa hujan yang jatuh pada daerah tangkapan air, sebagian akan hilang akibat evapotranspirasi, sebagian akan langsung menjadi *direct run off* dan sebagian lagi akan masuk ke dalam tanah atau terjadi infiltrasi. Infiltrasi ini mula-mula akan menjenuhkan permukaan tanah, kemudian terjadi perkolasi ke air tanah dan akan keluar sebagai air.

Hal ini terdapat keseimbangan antara air hujan yang jatuh dengan evapotranspirasi, dan infiltrasi, dimana infiltrasi ini kemudian berupa *soil moisture*. Aliran dalam sungai adalah jumlah aliran yang langsung di permukaan tanah dan *base flow*.

Curah hujan rata-rata bulanan di daerah pengaliran sungai dihitung berdasarkan data pengukuran curah hujan dan evapotranspirasi yang sebenarnya dari data *meteorology* dengan menggunakan metode Penman dan karakteristik vegetasi. Perbedaan antara curah hujan dan evapotranspirasi mengakibatkan limpasan air hujan langsung, aliran dasar/air tanah dan limpasan air hujan lebat.

b. Metode NRECA

Metode ini dikembangkan untuk menganalisis debit air berdasarkan curah hujan yang bertujuan untuk pembangkit listrik. Metode ini diperkenalkan (NRECA) sehingga metode ini disebut metode NRECA.

Debit airan yang masuk ke dari daerah tangkapan air berasal dari curah hujan. Sebagian dari curah hujan menguap dan sebagian lainnya turun mencapai permukaan tanah. Cara ini sesuai untuk daerah tangkapan air yang cekung dimana mempunyai karakteristik setelah hujan usai, masih terdapat aliran hingga beberapa waktu.

c. Metode Tank Model

Metode ini dikembangkan Sugawara (1958) untuk menghitung yang diakibatkan hujan yang jatuh di dalam sebuah daerah tangkapan air. Metode model tangki ini mendeskripsikan suatu daerah tangkapan air digantikan kombinasi beberapa tangki yang disusun sedemikian rupa untuk mewakili lapisan tanah di dalam daerah tangkapan air tersebut.

Jumlah tangki dapat bervariasi dan susunannya dapat berupa tangki seri atau paralel. Setiap tangki memiliki lubang pada dasarnya dan juga pada sisinya untuk mengalirkan keluar air yang terdapat dalam tangki. Air yang mengalir keluar dari lubang sisi tangki menggambarkan, sedangkan air yang mengalir keluar dari lubang dasar tangki menggambarkan infiltrasi air ke dalam tanah. Tiap lubang tangki memiliki koefisien untuk mengatur besarnya aliran air keluar.

D. Aktivitas Pembelajaran

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta di kelas di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran ini? Sebutkan!
2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan **LK-07**. Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran.

E. Rangkuman

Hidrologi merupakan ilmu yang berkaitan dengan sifat, fenomena, dan distribusi air di muka bumi khususnya distribusi air di daratan. Tidak terkecuali dalam program pembangunan mikrohidro yang akan dilaksanakan di berbagai wilayah, aliran air merupakan bagian yang penting dalam kehidupan, terutama lingkungan sekitar yaitu masyarakat yang berhubungan langsung dengan aliran air.

Hal yang perlu diperhatikan bahwa kondisi hidrologi yang kurang layak, berakibat kurangnya debit aliran akan mempengaruhi efisiensi dan daya yang dihasilkan. Termasuk dalam hal ini kondisi hidrologi yang beresiko tinggi seperti curah hujan yang berfluktuasi terlalu tinggi dan ekstrim serta potensi perubahan iklim akan menjadi hambatan serta berdampak pada peningkatan biaya dalam persiapan maupun pengolahan PLTMH yang direncanakan.

Lokasi yang berpotensi menjadi alternatif pembangunan pembangkit energi listrik mikrohidro dapat dipetakan sebagai suatu skema sistem yang terdiri dari beberapa komponen pendukung kondisi hidrologi, selain factor perubahan iklim sebagai bagian yang mempengaruhi kondisi aliran dalam jangka panjang, curah hujan sebagai daya dukung aliran, termasuk komponen utamanya adalah debit dan *head* sebagai parameter penentuan kelayakan hidrologi aliran.

Beberapa metode analisis evapotranspirasi antara lain Thornwhite, Blanney Criddle, Hargreaves dan Penman. Metode-metode tersebut berbeda dalam macam data yang digunakan untuk perhitungan. Analisis evapotranspirasi di Indonesia umumnya menggunakan metode Penman yang sudah direkomendasikan FAO (1970) karena menghasilkan perhitungan yang lebih akurat dimana cakupan data meteorologi yang digunakan paling lengkap di antara metode-metode yang lain.

F. Tes Formatif

1. Sebutkan karakteristik lokasi yang dipilih untuk PLTMH pada sungai atau saluran
2. Sebutkan beberapa prediksi dan perhitungan yang menjadi pertimbangan dalam memilih lokasi yang memiliki aliran untuk mendukung perencanaan pembangkit PLTMH
3. Syarat dibangunnya stasiun pencatatan hujan
4. Jelaskan Metode Tank Model

G. Kunci Jawaban

1. Lokasi dipilih untuk PLTMH adalah pada sungai atau saluran yang berkarakteristik sebagai berikut:
 - a. Terjamin ketersediaan airnya.
 - b. Aliran relatif stabil atau variasi perbedaan debit cukup kecil.
 - c. Banjir terbesar yang pernah terjadi tidak berpotensi merusak bangunan pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) dengan semua komponennya.
 - d. Pengaruh aliran terhadap pengikisan sungai atau saluran dapat diminimalisir secara teknis.
 - e. Lokasi saluran pembuang dan saluran pembuang tidak menimbulkan dampak merugikan.

2. Beberapa prediksi dan perhitungan yang menjadi pertimbangan dalam memilih lokasi yang memiliki aliran untuk mendukung perencanaan pembangkit PLTMH, antara lain:
 - a. Pengumpulan data curah hujan
Pemilihan lokasi PLTMH sangat mempertimbangkan daerah tangkapan air. Lokasi aliran yang dipilih mempunyai simpanan air cukup, hal ini bisa diperhitungkan dan diprediksikan berdasarkan simpanan air di daerah hulu tangkapan air berdasarkan curah hujan yang terjadi di daerah tangkapan air.

 - b. Penghitungan berdasarkan curah hujan rata-rata
Beberapa daerah tangkapan air yang dipilih tidak memiliki data yang cukup untuk dijadikan rujukan dalam menentukan ketersediaan air. Kondisi ini menggunakan data hujan rata-rata untuk memprediksikan ketersediaan air.

 - c. Penghitungan berdasarkan estimasi area sebaran hujan
Daerah tangkapan air yang mempunyai data lengkap akan menjadi lebih mendukung jika data yang didapatkan diestimasi berdasarkan data curah hujan serta sebaran data hujan yang terjadi di sekitar daerah tangkapan air.

d. Memanfaatkan fasilitas informasi hidrologi

Pemanfaatan ini dapat dipertimbangkan untuk efisiensi biaya pelaksanaan survei, meski untuk pengamatan dilakukan untuk mendapatkan data ini dibutuhkan pemahaman yang lebih baik untuk mendapatkan daerah aliran yang mempunyai kondisi yang ideal.

3. Stasiun pencatatan hujan dipilih dengan persyaratan sebagai berikut:

- a. Pilih 1 lokasi stasiun pencatat hujan yang terdekat dengan lokasi dengan jarak < 10 km.
- b. Apabila tidak ada stasiun pencatat hujan dengan jarak < 10 km, maka dicari stasiun hujan lain dengan jarak 10–20 km, minimal 2 stasiun pencatat hujan.
- c. Apabila tidak ada stasiun pencatat hujan dengan jarak 10–20 km, maka dicari stasiun hujan lain dengan jarak < 50 km, minimal 3 stasiun pencatat hujan.

4. Metode Tank Model

Metode ini dikembangkan Sugawara (1958) untuk menghitung yang diakibatkan hujan yang jatuh di dalam sebuah daerah tangkapan air. Metode model tangki ini mendeskripsikan suatu daerah tangkapan air digantikan kombinasi beberapa tangki yang disusun sedemikian rupa untuk mewakili lapisan tanah di dalam daerah tangkapan air tersebut.

LEMBAR KERJA KB-7

LK - 07

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....
.....

2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....
.....

4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....
.....
.....

.....

.....

.....

.....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Kegiatan Pembelajaran 8 : Studi Kelayakan Sipil

A. Tujuan

Setelah melakukan kegiatan pembelajaran ini, peserta diklat dapat melakukan studi kelayakan sipil pembangunan mikrohidro.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Setelah melakukan kegiatan pembelajaran ini, peserta diklat mampu membuat gambar kerja bagian-bagian bangunan sipil PLTMH dan membuat gambar kerja pipa pesat untuk PLTMH

C. Uraian Materi

Kondisi topografi dan hidrologi lokasi aliran sungai yang berpotensi mikrohidro, secara alami sangat mempengaruhi sistem pembangkit tenaga listrik mikrohidro dan memberikan beberapa alternatif lokasi konstruksi bangunan sipil. Pemilihan lokasi bangunan sipil berdasarkan kondisi topografi dan hidrologi menentukan sistem pembangkit tenaga listrik mikrohidro.

Perlu dipahami bahwa dari banyak kasus pembangunan pembangkit listrik skala kecil (PLTMH) memiliki hambatan antara lain adalah biaya pembangunan yang relatif tinggi karena kondisi topografi dan mempengaruhi tingkat penggunaan biaya. Bab ini akan membantu menjelaskan prinsip teknologi konstruksi bangunan sipil yang tepat, berkualitas dan diharapkan dengan biaya pembangunan yang efisien.

Sistem PLTMH

Dalam suatu lokasi potensi pembangkit energi mikrohidro dapat dipetakan sebagai suatu sistem yang terdiri dari beberapa komponen bangunan sipil seperti bendung, bangunan pengambil, saluran pembawa, bak pengendap, bak penenang ,bangunan dan saluran pelimpah, pipa pesat, rumah pembangkit dan saluran pembuang.

Bendung (Weir) dan Intake

Bendung didefinisikan sebagai bangunan yang berada melintang sungai yang berfungsi untuk membelokkan arah aliran air. Konstruksi bendung bertujuan untuk menaikkan dan mengontrol tinggi air dalam sungai secara signifikan sehingga elevasi muka air cukup untuk dialihkan ke dalam pembangkit mikrohidro. Konstruksi bendung dilengkapi dengan bangunan pengambilan yang berfungsi mengarahkan air dari sungai masuk ke dalam saluran pembawa.

Struktur bendung dan bangunan pengambilan yang berfungsi untuk menaikkan dan mengontrol aliran air sungai untuk instalasi PLTMH, terdiri dari berbagai variasi tipe. Tipe tersebut dapat dipilih dan digunakan sesuai dengan kebutuhan dan pertimbangan ekonomis dari instalasi PLTMH. Selain itu pemilihan lokasi bendung dan intake bergantung dari kriteria kelayakan hidrologi.

Sebuah bendung dilengkapi dengan pintu air untuk membuang kotoran/lumpur yang mengendap. Perlengkapan lainnya adalah saringan sampah. PLTMH umumnya merupakan pembangkit tipe run off river sehingga bangunan bendung dan dibangun berdekatan. Mempertimbangan dasar stabilitas sungai dan aman terhadap banjir, dapat dipilih lokasi untuk bendungan dan intake.

Konstruksi intake bertujuan mengambil air dari sungai atau kolam untuk dialirkan ke saluran, bak penampungan dan pipa pesat. Masalah utama dari bangunan ini adalah ketersediaan debit air, baik dari kondisi debit rendah maupun banjir dan seringkali adanya lumpur, pasir dan kerikil atau dahan/cabang pohon tumbang dari sekitar sungai yang terbawa aliran.

Beberapa hal yang menjadi pertimbangan dalam memilih lokasi bendung dan bangunan intake, antara lain:

a. Aliran Sungai

lokasi bendung dan *intake* dipilih pada sungai yang terjamin ketersediaan airnya, alirannya stabil, terhindar banjir dan pengikisan akibat aliran sungai.

b. Stabilitas Lereng

Pemilihan lokasi PLTMH sangat mempertimbangkan perbedaan ketinggian air jatuh untuk mendapatkan potensi daya, maka umumnya lokasi berada di lereng atau bukit yang curam. Pertimbangan pemilihan lokasi bendung dan hendaknya mempertimbangkan stabilitas atau struktur tanahnya.

c. Pemanfaatan Infrastruktur Saluran Irigasi

Pemanfaatan saluran irigasi dapat dipertimbangkan efisiensi biaya konstruksi, karena banyak sungai di pedesaan telah ada bangunan sipil untuk saluran irigasi. Contoh bangunan yang bisa dimanfaatkan adalah bangunan terjun dan saluran irigasi.

d. Pemanfaatan topografi alami seperti kolam dan lain-lain

Pemanfaatan kondisi alami kolam untuk lokasi *intake* dapat memberikan keefektifan yang cukup tinggi untuk mengurangi biaya. Selain itu juga membantu menjaga kelestarian alam tata ruang sungai dan ekosistem sungai. Hal yang perlu diperhatikan adalah keberlanjutan kolam dan pergerakan sedimen.

e. Level/Tinggi Bendung dan Muka Air Banjir

Pembangunan bendung umumnya di bagian sempit dari alur sungai, maka elevasi muka air banjir pada daerah itu lebih tinggi sehingga diperlukan daerah bagian melintang bendung yang diperbesar dimensinya untuk kestabilan.

f. Penentuan Lokasi Bangunan Pengambilan (*intake*)

Pertimbangan lokasi bangunan pengambilan selalu pada sisi luar dari lengkungan sungai. Hal ini dilakukan untuk memperkecil pengendapan sedimen di dalam saluran pembawa. Konstruksi umumnya dibuat pintu air untuk melakukan pembilasan sedimen.

g. Penggunaan air sungai yang mempengaruhi keluaran/debit air

Jika dibangun pada lokasi yang bertujuan untuk mengairi pertanian atau tujuan lain (yang menggunakan air) maka akan mempengaruhi debit air yang digunakan dalam saluran pembangkit.

Saluran Pembawa Air

Bangunan saluran pembawa air adalah untuk mengalirkan air dari *intake* ke bak penenang dan untuk mempertahankan kestabilan debit air.

Saluran air untuk sebuah pembangkit skala kecil, cenderung untuk memiliki bangunan yang terbuka. Ketika sebuah saluran terbuka dibangun pada sebuah lereng bukit maka beberapa hal penting yang perlu diperhatikan adalah:

a. Topografi Rute Saluran

Rute atau saluran air yang melalui tebing yang curam perlu memperhatikan gradien kemiringan dan tingkat potensi longsornya. Gradien aliran yang dilewati tidak tinggi sehingga dapat mengalirkan kecepatan air melebihi kecepatan maksimal yang dapat mengakibatkan erosi pada dinding saluran. Alternatif lain bisa digunakan pipa tertutup yang direncanakan sedemikian rupa sehingga aman.

b. Stabilitas Tanah Saluran

Terdapat banyak kejadian penimbunan saluran air karena longsornya lereng bukit sehingga perlu diteliti/diperiksa kestabilan tanahnya.

Untuk mencegah erosi dan longsor, maka :

- 1). Hindari penggunaan saluran tanah.
- 2). Usahakan kemiringan lereng/bukit diberi jarak dari saluran.
- 3). Gunakan dinding penahan tanah.

c. Penggunaan Infrastruktur eksisting

Pemilihan saluran air di sepanjang jalan yang telah tersedia dan saluran irigasi memberikan banyak keuntungan. Selain memperingan biaya, juga mempermudah pemeliharaan dan pengawasan kualitas dan penggunaan air.

d. Geometri Saluran

Bentuk saluran yang baik adalah setengah lingkaran yang akan memberikan efisiensi dalam menyalurkan debit air ke kolam penenang.

Bak Pengendap

Fungsi dan karakteristik bangunan ini adalah:

1. Bangunan yang menghubungkan dengan bak pengendap sehingga panjangnya harus dibatasi.
2. Pengatur aliran air dari saluran penyalur sehingga harus mencegah terjadinya aliran turbulen serta mengurangi kecepatan aliran masuk ke bak pengendap sehingga perlu bagian yang melebar.
3. Bangunan untuk mengendapkan sedimen dimana untuk desainnya perlu dihitung dengan formulasi hubungan panjang bak, kedalaman bak, antara kecepatan pengendapan, dan kecepatan aliran.
4. Tempat penimbun sedimen, sehingga harus didesain mudah dalam pembuangan sedimen.
5. Sebagai bangunan pelimpah yang mengalirkan aliran masuk ke bagian bawah dimana mengalir dari intake.

Bak Penenang dan Fasilitas Pendukung (Settling Basin)

Tujuan bangunan bak penenang adalah sebagai tempat penenangan air dan pengendapan akhir, penyaringan terakhir setelah *settling basin*, dan untuk menyaring benda-benda yang masih terbawa dalam saluran air. Saluran pembawa merupakan tempat permulaan pipa pesat yang mengendalikan aliran minimum, sebagai antisipasi aliran yang cepat pada turbin, tanpa menurunkan elevasi muka air yang berlebihan dan menyebabkan arus balik pada saluran.

Pemilihan lokasi bak penenang untuk pembangkit listrik skala kecil seringkali berada pada punggung yang lebih tinggi, beberapa yang dapat dipertimbangkan antara lain:

1. Keadaan Topografi dan Geologi Lokasi
2. Dipilih lokasi dimana bagian tanahnya stabil dan memiliki batuan keras sehingga dapat mengurangi jumlah pekerjaan penggalian.
3. Walaupun ditempatkan pada punggung, dipilih tempat yang relatif datar.
4. Mengurangi hubungan dengan muka air tanah yang lebih tinggi.

Berkaitan dengan fungsi tersebut maka untuk masukan desain beberapa yang hal perlu dipertimbangkan adalah:

- a. Pemeliharaan bak penenang terutama untuk mengontrol debit aliran, mengendalikan dan membuang sampah.
- b. Perencanaan kapasitas bak penenang, harus didesain dengan pendekatan pada 2 macam kasus yaitu dengan beban dikontrol dan beban ditambah debit yang dikontrol.
- c. Saat desain diperhatikan kedalaman air dan ketinggiannya dari pipa pesat untuk menghindari aliran turbulensi, umumnya bereferensi pada diameter pipa pesat.
- d. Kesesuaian ruang saringan dengan jenis, tipe dan dimensi turbin.
- e. Dilengkapi dengan instalasi pipa lubang angin.

Pipa Pesat (Penstock Pipe)

Pipa pesat adalah sebagai saluran tertutup (pipa) aliran air yang menuju turbin yang ditempatkan di rumah pembangkit. Saluran ini yang akan berhubungan dengan peralatan mekanik seperti turbin.

Kondisi topografi dan pemilihan sistem PLTMH mempengaruhi tipe pipa pesat. Saluran ini harus dirancang secara benar sesuai ketinggian sistem PLTMH.

Pipa pesat bisa diletakkan di bawah tanah (dikubur) atau diletakkan di atas tanah.

Untuk pipa pesat yang berada diatas tanah, diharuskan menggunakan Sliding Block di setiap 6 m pipa pesat. L lalu diharuskan menggunakan Thrust Block di setiap belokan pipa pesat.

Rumah Pembangkit (Power House)

Bangunan rumah pembangkit adalah sebagai bangunan yang berfungsi untuk melindungi peralatan elektrikal mekanikal seperti turbin, generator, panel kontrol dan lainnya dari segala gangguan.

Gangguan yang dimaksud adalah cuaca, pencegahan dari pihak-pihak yang tidak berkepentingan dan pencurian peralatan barang tersebut.

Beberapa pertimbangan dalam memilih lokasi dan membangun rumah pembangkit ini, antara lain:

1. Konstruksi harus berada di atas struktur tanah yang sangat stabil, tidak di lereng yang curam dan umumnya di pinggir badan sungai yang relatif rendah dan datar untuk mempermudah aliran buangan di saluran pembuang (tail race)
2. Memiliki akses jalan yang cukup untuk transportasi peralatan elektrikal mekanikal yang akan dipasang dan atau terjadual untuk perawatan.
3. Lokasi yang relatif rata, kering dan relatif luas sehingga dapat digunakan untuk tempat kerja seperti perbaikan dan perawatan peralatan.
4. Elevasi lantai rumah pembangkit ini harus berada di atas elevasi muka air saat banjir yang paling besar dalam beberapa tahun terakhir.

5. Bangunan rumah pembangkit harus memiliki ventilasi udara, jendela untuk cahaya masuk tetapi diberikan seperti kasa untuk melindungi serangga masuk.
6. Ruangan yang dibangun juga cukup untuk digunakan seperti penyimpanan peralatan dan atau suku cadang peralatan elektrik dan mekanikal.
7. Kondisi pondasi harus cukup kuat untuk menahan pemasangan beberapa peralatan yang memiliki berat cukup besar.

Saluran Pembuang

Saluran pembuang bertujuan sebagai saluran pembuang aliran air dari rumah pembangkit dan menggerakkan turbin. Saluran ini bersatu dengan rumah pembangkit dan aliran sungai. Beberapa hal yang harus dipertimbangkan dalam menempatkan saluran pembuang antara lain:

1. Perkiraan tinggi genangan air pada rumah pembangkit ketika terjadi banjir besar.
2. Menghindari penggenangan bantaran sungai dan permukaan tanah di sekitar rumah pembangkit.
3. Fluktuasi dasar sungai pada daerah saluran pembuang.
4. Saluran pembuang harus diarahkan sesuai arah aliran sungai.

Berdasarkan kondisi topografi yang ada pada lokasi sistem PLTMH, beberapa pertimbangan pemilihan lokasi pipa pesat antara lain adalah:

- a. Topografi yang dilewati memiliki tingkat kemiringan yang memenuhi persyaratan dimana pipa pesat harus berada di bawah garis kemiringan energi.
- b. Stabilitas tanah dari daerah yang dilewati.
- c. Pemanfaatan jalan eksisting untuk mempermudah konstruksi dan perawatan.

D. Aktifitas Pembelajaran

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran ini? Sebutkan!
2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan **LK-08**. Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran.

E. Rangkuman

Bendung didefinisikan sebagai bangunan yang berada melintang sungai yang berfungsi untuk membelokkan arah aliran air. Konstruksi bendung bertujuan untuk menaikkan dan mengontrol tinggi air dalam sungai secara signifikan sehingga elevasi muka air cukup untuk dialihkan ke dalam pembangkit mikrohidro. Konstruksi bendung dilengkapi dengan bangunan pengambilan yang berfungsi mengarahkan air dari sungai masuk ke dalam saluran pembawa. Bangunan saluran pembawa air adalah untuk mengalirkan air dari *intake* ke bak penenang dan untuk mempertahankan kestabilan debit air.

Tujuan bangunan bak penenang adalah sebagai tempat penenangan air dan pengendapan akhir, penyaringan terakhir setelah *settling basin*, dan untuk menyaring

benda-benda yang masih terbawa dalam saluran air. Saluran pembawa merupakan tempat permulaan pipa pesat yang mengendalikan aliran minimum, sebagai antisipasi aliran yang cepat pada turbin, tanpa menurunkan elevasi muka air yang berlebihan dan menyebabkan arus balik pada saluran.

Kondisi topografi dan pemilihan sistem PLTMH mempengaruhi tipe pipa pesat. Saluran ini harus dirancang secara benar sesuai ketinggian sistem PLTMH.

Bangunan rumah pembangkit adalah sebagai bangunan yang berfungsi untuk melindungi peralatan elektrik mekanikal seperti turbin, generator, panel kontrol dan lainnya dari segala gangguan.

F. Tes Formatif

1. Sebutkan beberapa hal yang menjadi pertimbangan dalam memilih lokasi bendung dan bangunan intake.
2. Saluran air untuk sebuah pembangkit skala kecil, cenderung untuk memiliki bangunan yang terbuka. Sebutkan hal-hal penting yang perlu diperhatikan untuk saluran pada kondisi lereng.

G. Kunci Jawaban

1. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan dalam memilih lokasi bendung dan bangunan intake, antara lain:

- a. Aliran Sungai

lokasi bendung dan *intake* dipilih pada sungai yang terjamin ketersediaan airnya, alirannya stabil, terhindar banjir dan pengikisan akibat aliran sungai.

- b. Stabilitas Lereng

Pemilihan lokasi PLTMH sangat mempertimbangkan perbedaan ketinggian air jatuh untuk mendapatkan potensi daya, maka umumnya lokasi berada di lereng atau bukit yang curam. Pertimbangan pemilihan lokasi bendung dan hendaknya mempertimbangkan stabilitas atau struktur tanahnya.

- c. Pemanfaatan Infrastruktur Saluran Irigasi

Pemanfaatan saluran irigasi dapat dipertimbangkan efisiensi biaya konstruksi, karena banyak sungai di pedesaan telah ada bangunan sipil untuk saluran irigasi. Contoh bangunan yang bisa dimanfaatkan adalah bangunan terjun dan saluran irigasi.

- d. Pemanfaatan topografi alami seperti kolam dan lain-lain

Pemanfaatan kondisi alami kolam untuk lokasi *intake* dapat memberikan keefektifan yang cukup tinggi untuk mengurangi biaya. Selain itu juga membantu menjaga kelestarian alam tata ruang sungai dan ekosistem sungai. Hal yang perlu diperhatikan adalah keberlanjutan kolam dan pergerakan sedimen.

- e. Level/Tinggi Bendung dan Muka Air Banjir

Pembangunan bendung umumnya di bagian sempit dari alur sungai, maka elevasi muka air banjir pada daerah itu lebih tinggi sehingga diperlukan daerah bagian melintang bendung yang diperbesar dimensinya untuk kestabilan.

f. Penentuan Lokasi Bangunan Pengambilan (*intake*)

Pertimbangan lokasi bangunan pengambilan selalu pada sisi luar dari lengkungan sungai. Hal ini dilakukan untuk memperkecil pengendapan sedimen di dalam saluran pembawa. Konstruksi umumnya dibuat pintu air untuk melakukan pembilasan sedimen.

g. Penggunaan air sungai yang mempengaruhi keluaran/debit air

Jika dibangun pada lokasi yang bertujuan untuk mengairi pertanian atau tujuan lain (yang menggunakan air) maka akan mempengaruhi debit air yang digunakan dalam saluran pembangkit.

2. Beberapa hal penting yang perlu diperhatikan adalah:

a. Topografi Rute Saluran

Rute atau saluran air yang melalui tebing yang curam perlu memperhatikan gradien kemiringan dan tingkat potensi longsornya. Gradien aliran yang dilewati tidak tinggi sehingga dapat mengalirkan kecepatan air melebihi kecepatan maksimal yang dapat mengakibatkan erosi pada dinding saluran. Alternatif lain bisa digunakan pipa tertutup yang direncanakan sedemikian rupa sehingga aman.

b. Stabilitas Tanah Saluran

Terdapat banyak kejadian penimbunan saluran air karena longsornya lereng bukit sehingga perlu diteliti/diperiksa kestabilan tanahnya.

c. Penggunaan Infrastruktur eksisting

Pemilihan saluran air di sepanjang jalan yang telah tersedia dan saluran irigasi memberikan banyak keuntungan. Selain memperingan biaya, juga mempermudah pemeliharaan dan pengawasan kualitas dan penggunaan air.

LEMBAR KERJA KB-8

LK - 08

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Kegiatan Pembelajaran 9 : Studi Kelayakan Mekanikal Elektrikal

A. Tujuan

Setelah melakukan kegiatan pembelajaran ini, peserta diklat dapat melakukan studi kelayakan mekanikal dan elektrikal.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Setelah melakukan kegiatan pembelajaran ini, peserta diklat mampu menyusun perencanaan awal pembangunan PLTMH.

C. Uraian Materi

Sistem Mekanik Elektrik PLTMH

Komponen mekanikal hanya terdiri dari dua bagian yaitu turbin dan transmisi. Kedua sistem ini menghubungkan antara sumber energi air dengan generator yang menghasilkan listrik.

Mikrohidro dibangun berdasarkan kenyataan bahwa adanya air yang mengalir di suatu daerah dengan kapasitas dan ketinggian yang memadai. Istilah kapasitas mengacu kepada jumlah volume aliran air persatuan waktu sedangkan beda ketinggian daerah aliran sampai ke instalasi dikenal dengan istilah *head*.

Suatu kenyataan bahwa alam memiliki air terjun atau jenis lainnya yang menjadi tempat air mengalir. Teknologi sekarang memanfaatkan energi aliran air dan perbedaan ketinggian di daerah tertentu dimana tempat instalasi direncanakan dapat diubah menjadi energi listrik.

Sebagaimana disebutkan di atas, mikrohidro hanyalah sebuah istilah. Mikro berarti kecil sedangkan hidro artinya air. Istilah ini bukan sesuatu yang baku namun dapat dipastikan bahwa mikrohidro menggunakan air sebagai sumber energi. Perbedaan istilah mikrohidro dengan minihidro adalah daya yang dihasilkan.

Secara teknis, mikrohidro memiliki 3 komponen utama yaitu: air sebagai sumber energi, turbin dan generator. Air yang mengalir dengan kapasitas tertentu disalurkan dan ketinggian tertentu menuju rumah instalasi (rumah turbin) yang akan menumbuk turbin dimana turbin sendiri dipastikan akan menerima energi air tersebut dan mengubahnya menjadi energi mekanik berupa berputarnya poros turbin. Poros yang berputar tersebut kemudian ditransmisikan ke generator dengan menggunakan kopling. Generator tersebut akan menghasilkan energi listrik yang akan masuk ke sistem kontrol arus listrik sebelum dialirkan ke rumah atau keperluan lainnya (beban). Begitulah secara ringkas proses mikrohidro merubah energi aliran dan ketinggian air menjadi energi listrik.

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) merupakan pembangkit listrik yang menggunakan energi potensial air dan dapat dikelompokkan berdasarkan metode mendapatkan head, sistem operasi dan jenis turbin yang dipergunakan.

Pemilihan Turbin

Turbin air berperan untuk mengubah energi air (energi potensial, tekanan dan energi kinetik) menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran poros. Putaran poros turbin ini akan diubah oleh generator menjadi tenaga listrik.

Berdasarkan prinsip kerjanya, turbin air dibagi menjadi:

1. Turbin Impuls

Turbin jenis ini, menggunakan tekanan yang sama pada setiap sisi sudut gerakanya dimana bagian turbin yang berputar.

2. Turbin Reaksi

Turbin ini meliputi jenis francis dan kaplan, dan propeler, menggunakan energi kinetik dan tekanan dikonversikan di *runner*. Secara umum, jenis turbin ini tidak menerima tumbukan dan hanya mengikuti aliran air.

Daerah aplikasi berbagai jenis turbin air relatif spesifik. Beberapa daerah operasi memungkinkan digunakan beberapa jenis turbin. Pemilihan jenis turbin pada daerah operasi yang ini memerlukan perhitungan yang lebih mendalam.

Secara mendasar daerah kerja operasi turbin menurut Keller dikelompokkan menjadi:

1. *Head* rendah dengan tinggi jatuhan air ≤ 10 m.
2. *Head* sedang dengan tinggi jatuhan antara *head* rendah dan *head* tinggi.
3. *Head* tinggi dengan tinggi jatuhan air yang memenuhi persamaan

$$H \geq 100 (Q)$$

dimana

$H = \text{head (m)}$

$Q = \text{debit rencana hasil analisis (m}^3/\text{det)}$

Secara umum hasil survai lapangan mendapatkan potensi pengembangan PLTMH dengan tinggi jatuhan 6 - 60 m yang dapat dikategorikan pada rendah dan medium.

Hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan turbin adalah putaran kecepatan generator yang tersedia. Hal ini berpengaruh terhadap usia guna generator tersebut.

Pemilihan jenis turbin dapat ditentukan berdasarkan kelebihan dan kekurangan dari jenis-jenis turbin khususnya untuk suatu desain yang sangat spesifik.

Tahap awal pemilihan jenis turbin dapat diperhitungkan dengan mempertimbangkan parameter-parameter khusus yang mempengaruhi sistem operasi turbin yaitu:

1. Faktor tinggi jatuhan air efektif dan debit yang akan dimanfaatkan untuk operasi turbin merupakan faktor utama yang mempengaruhi pemilihan jenis turbin. Sebagai contoh, turbin pelton efektif untuk operasi pada head tinggi sementara turbin propeller sangat efektif beroperasi pada rendah.
2. Faktor daya yang diinginkan berkaitan dengan head dan debit yang tersedia.
3. Kecepatan putaran turbin yang akan ditransmisikan ke generator. Sebagai contoh untuk sistem transmisi direct couple antara generator dengan turbin pada head rendah, sebuah turbin reaksi dapat mencapai putaran yang diinginkan sementara

turbin pelton dan berputar sangat lambat yang akan menyebabkan sistem tidak beroperasi.

Transmisi Daya Mekanik

Transmisi daya berperan untuk menyalurkan daya dari poros turbin ke poros generator. Elemen-elemen transmisi daya yang digunakan terdiri dari sabuk, pulley, kopling dan bantalan.

Sabuk berfungsi untuk menyalurkan daya dari poros turbin ke poros generator. Sabuk harus cukup tegang sesuai dengan jenis dan ukurannya. Pulley berfungsi untuk menaikkan putaran sehingga putaran generator sesuai dengan putaran daerah kerjanya, sedangkan kopling, bantalan dan cone clamp merupakan komponen elemen/pendukung.

Secara umum sistem transmisi daya dapat dikelompokkan menjadi sistem transmisi daya langsung dan sistem transmisi daya tidak langsung, dalam hal ini menggunakan sabuk (belt).

1. Sistem Transmisi Daya Langsung

Sistem transmisi daya langsung ini, daya dari poros turbin (rotor) langsung ditransmisikan ke poros generator yang bersatu dengan sebuah kopling.

Konstruksi sistem transmisi ini menjadi lebih kompak, mudah untuk melakukan perawatan, efisiensi tinggi dan tidak memerlukan elemen mesin lain seperti sabuk dan pulley kecuali sebuah kopling.

Sistem transmisi daya langsung menyebabkan generator yang digunakan harus memiliki kecepatan putaran optimum yang hampir sama dengan kecepatan putaran poros turbin (rotor) atau sekitar ± 15 perbedaannya.

Alternatif lain adalah menggunakan gearbox untuk mengoreksi rasio kecepatan putaran antara generator dan poros turbin.

2. Sistem Trasmisi Tidak Langsung

Sabuk dipakai untuk memindahkan daya antara dua poros yang sejajar. Pemilihan jenis sabuk bergantung pada besar kecilnya daya yang akan ditransmisikan.

Sabuk merupakan peran penting dalam menyerap beban kejut dan meredam pengaruh getaran. Sabuk yang digunakan umumnya jenis dan banyak digunakan pada sistem transmisi daya mekanik untuk mikrohidro dengan daya yang besar digunakan pada instalasi PLTMH dengan daya di bawah 20 kW. Penggunaan sistem transmisi sabuk ini memerlukan komponen pendukung seperti bantalan beserta asesorisnya dan kopling.

Sistem transmisi daya dengan sabuk menyebabkan perbedaan antara putaran turbin dan generator yang dihubungkan atau dapat dikatakan terdapat rasio putaran dengan demikian range generator yang akan digunakan lebih luas dan bervariasi.

Transmisi adalah komponen yang menghubungkan antara turbin dan generator. Sistem ini hanya memiliki dua sistem yaitu menggunakan atau langsung di kopel dan biasanya menggunakan.

Generator

1. Pemilihan Jenis Arus Listrik

Umumnya tegangan yang keluar dari PLTMH adalah arus bolak-balik/AC. Dapat juga searah DC. Tegangan AC dapat diubah menjadi tegangan tinggi secara mudah dan murah dengan menggunakan transformator, sehingga energi listrik dapat ditransmisikan pada jarak yang cukup jauh dari rumah pembangkit sehingga lebih ekonomis dan kerugian transmisinya dapat diminimalkan. Keuntungan lain dari penggunaan arus AC ialah konstruksi generator AC yang lebih sederhana.

Arus AC menuntut frekuensi sistem tetap konstan, terutama jika menggunakan motor induksi sebagai generator. Untuk itu diperlukan pengaturan kecepatan putaran generator di samping pengatur tegangan.

Kombinasi pengadaan tenaga listrik AC dan DC, pada prakteknya merupakan pilihan yang baik. Penyimpanan tenaga listrik AC ke baterai memberikan alternatif lain bagi

masyarakat yang tidak terjangkau jaringan listrik PLTMH untuk dapat menikmati penerangan, komunikasi atau penerapan lainnya yang memerlukan tenaga listrik dalam jumlah kecil.

Frekuensi yang dipakai untuk arus AC adalah 50 Hz. Tegangan standar yang dihasilkan adalah 110 V dan atau 240 V untuk generator 1 fasa, serta 240/415 V untuk generator 3 fasa.

2. Penentuan Sistem Fasa

Secara mendasar sistem 1 fasa ini hampir sama dengan rangkaian DC. Keuntungan sistem 1 fasa adalah:

- a. Instalasi listrik dengan sistem 1 fasa lebih sederhana.
- b. Sistem pengaturan beban (ELC untuk 1 fasa lebih murah.
- c. Ukuran generator ditentukan berdasarkan beban maksimum/kebutuhan konsumen, sementara pada sistem 3 fasa kapasitas maksimum generator yang dipilih lebih besar daripada beban maksimum kebutuhan.

Sistem 3 fasa pada dasarnya terdiri dari 3 buah sistem 1 fasa dengan 1 buah penghantar netral. Pelaksanaan sistem 3 fasa ini, terdapat 2 cara membuat hubungan pada sistem 3 fasa yaitu hubungan delta dan hubungan bintang (Y). Hubungan yang lebih rumit bisa menggunakan hubungan silang (zig zag).

Hubungan delta diperoleh dengan cara menghubungkan ujung lilitan fasa pertama ke pangkal lilitan fasa berikutnya berturut-turut sehingga diperoleh rangkaian tertutup yang simetris. Jika beban pada setiap fasanya seimbang maka besarnya arus listrik untuk setiap fasa sama.

Hubungan bintang Y ketiga ujung yang sejenis baik pangkal maupun ujung dari ketiga lilitan pada sistem 3 fasa disatukan.

Titik persambungannya disebut titik bintang atau titik 0. Sistem penghantaran arus listriknya dapat menggunakan 3 hantaran tanpa kawat nol (merah, kuning, biru) atau 3 hantaran kawat fasa (merah, kuning, biru) dan satu hantaran kawat 0 (hitam). Keuntungan sistem 3 fasa ini adalah:

- a. Generator dan motor induksi 3 fasa banyak tersedia di pasaran dengan harga yang relatif murah dibandingkan bila menggunakan generator satu fasa di atas 5kW.
- b. Dimensi generator dan motor induksi 3 fasa lebih kecil dibandingkan generator 3 fasa untuk kapasitas yang sama.
- c. Penggunaan sistem tiga fasa menghemat pemakaian penghantar tembaga lebih dari 75 dibandingkan sistem satu fasa dengan tegangan yang sama.

Umumnya pemilihan penggunaan sistem 1 fasa atau 3 fasa bergantung biaya yang tersedia dan kemudahan untuk mendapatkan perlengkapan instalasi listrik yang diperlukan.

Kapasitas di bawah 5 kW menggunakan sistem 1 fasa dan untuk kapasitas di atas 5kW menggunakan sistem 3 fasa. Apabila sistem 3 fasa akan digunakan perlu dipertimbangkan batasan agar saat sistem beban 1 fasa dihubungkan tetap diperoleh keseimbangan. Semua sistem beban 1 fasa rumah tangga dapat dihubungkan ke salah 1 fasa dari jala jala sistem 3 fasa.

3. Perhitungan Daya Arus Bolak Balik dan Faktor Daya

Besarnya daya listrik yang dipakai oleh suatu alat listrik ditentukan oleh besarnya tegangan V dan arus listrik I yang mengalir di dalam listrik tersebut.

Daya sesungguhnya yang terpakai P adalah:

$$P = E \times I \cdot \cos \phi$$

dimana

P = daya sesungguhnya (W)

$E \times I$ = daya semu dalam satuan (VA)

$\cos \phi$ = faktor daya

ϕ = geseran sudut antara tegangan dan arus listrik

Faktor daya ini penting sekali diketahui pada peralatan listrik. Semakin tinggi faktor daya maka semakin tinggi mutunya dan sebaliknya semakin rendah faktor dayanya semakin rendah pula mutunya.

4. Pemilihan Generator

Generator adalah suatu peralatan yang berfungsi mengubah energi mekanik menjadi energi listrik.

Jenis generator yang digunakan pada perencanaan PLTMH ini adalah:

a. Generator sinkron

Generator sinkron, sistem eksitasi tanpa sikat dengan menggunakan dua tumpuan bantal.

IMAG sumbu vertikal, yang umumnya digunakan bersama turbin PAT dan turbin propeller jenis open flume.

Spesifikasi generator adalah putaran 1500 rpm, 50 Hz, 3 fasa dengan keluaran tegangan 220V/380V. Efisiensi generator secara umum adalah:

Aplikasi < 10 kVA efisiensi 0,7 – 0,8.

Aplikasi 10 - 20 kVA efisiensi 0,8 – 0,85.

Aplikasi 20 - 50 kVA efisiensi 0,85.

Aplikasi 50 - 100 kVA efisiensi 0,85 – 0,9.

Aplikasi > 100 kVA efisiensi 0,9 – 0,95.

Pemilihan Generator Sinkron

Kapasitas sebuah generator dinyatakan dalam VA. Sebuah generator harus memiliki kapasitas yang cukup untuk memenuhi kebutuhan pada saat beban maksimum. Dengan memperhatikan rugi-rugi generator serta untuk menjamin kinerja generator maka perlu adanya faktor keamanan biasanya ditentukan 25%.

Jadi untuk memenuhi kebutuhan beban sebesar 100 kVA dipergunakan generator 125 kVA. Bila akan digunakan pengontrol beban/ELC maka kapasitas daya tambahan ekstra sebesar 60%. Di samping itu perlu dipertimbangkan kemungkinan bertambahnya beban akibat adanya penambahan permintaan suplai listrik.

Efisiensi generator sinkron umumnya meningkat sebanding dengan kapasitasnya dari 65% untuk daya 1 kVA sampai 90% untuk daya 20 kVA. Generator yang dipakai disesuaikan dengan sistem arus bolak balik yang dipilih, apakah sistem satu fasa atau tiga fasa.

Kecepatan untuk generator sinkron ditentukan jumlah kutub dan frekuensi. Semakin tinggi kecepatannya ukuran menjadi semakin kecil dan harganya juga lebih murah.

b. Generator Asinkron

Penggunaan generator asinkron/generator induksi sebagai pembangkit listrik pada PLTMH dengan kapasitas yang kecil lebih handal dibandingkan bila menggunakan generator sinkron. Biasanya sebagai generator asinkron digunakan motor induksi.

Sistem IMAG jika dibandingkan dengan sistem generator sinkron memiliki beberapa keunggulan yang sangat berarti untuk proyek-proyek PLTMH, terutama dengan kapasitas sampai 30 kW.

Keunggulan utamanya antara lain:

- a. Harga lebih murah dibandingkan generator sinkron.
- b. Produk memenuhi standar industri sehingga daya tahan lebih terjamin.

- c. Tersedia dalam beberapa ukuran mulai dari 1 kW – 100 kW.
- d. Tersedia dengan 3 ukuran putaran (1000, 1500 dan 3000 rpm sehingga lebih mudah untuk disesuaikan dengan putaran turbin.

Karakteristik Generator Induksi IMAG

Motor induksi umumnya berputar dengan kecepatan konstan mendekati kecepatan sinkronnya. Perubahan beban pada motor induksi mempengaruhi putaran motor induksi. Akibatnya akan terjadi perubahan frekuensi yang menimbulkan tenaga listrik.

Pada generator induksi/IMAG , tegangan akan turun dengan cepat pada saat beban bertambah sehingga perlu adanya pengaturan tegangan dan putaran. Saat ini untuk instalasi mikrohidro dengan menggunakan motor induksi sebagai generator tersedia sistem pengaturan IGC.

Pada saat motor induksi digunakan sebagai generator tegangan yang dihasilkan umumnya 10 lebih rendah dari tegangan yang diperlukan untuk mengoperasikannya sebagai motor listrik dengan frekuensi yang sama.

Pemakaian Daya

Pemilihan generator didasarkan pada pemakaian daya ini direkomendasikan pemakaian daya sistem dengan kapasitas di bawah 30 kW sebaiknya menggunakan generator asinkron dengan pertimbangan harga murah, mudah didapat, dapat bertahan pada *over speed*, dan sedikit memerlukan pemeliharaan.

Apabila faktor daya beban dipertimbangkan maka penggunaan generator sinkron dengan ELC akan lebih menguntungkan untuk beban di bawah 30 kW dengan faktor daya beban yang rendah dan penggunaan motor listrik yang dipasang *start* dengan *direct on line/DOL*.

Aplikasi mikrohidro dengan generator sinkron disarankan untuk digunakan tipe brushless, untuk mengurangi perawatan dan kompleksitas dari generator dengan Brush.

Faktor lain yang mempengaruhi ukuran daya generator adalah temperatur, ketinggian, faktor koreksi dari kontrol elektronik dan power faktor beban.

Sistem Distribusi

Pemilihan generator yang didasarkan pada sistem ini ditentukan sesuai dengan kebutuhan dan pertimbangan ekonomi dengan mempertimbangkan aspek komersialisasi. Sistem *off grid* digunakan apabila tidak diperlukan untuk tujuan komersialisasi atau digunakan untuk pemakaian sendiri dari suatu kelompok masyarakat yang dapat dijangkau dan dilayani sesuai dengan kapasitas daya yang tersedia. Sistem ini disebut juga dengan *stand alone generation*.

Mendukung keperluan ini, dapat menggunakan generator asinkron atau generator sinkron dengan mempertimbangkan aspek ekonomis, pemeliharaan dan ketersediaan generator dan sistem kontrolnya.

Penggunaan generator sinkron dengan menggunakan ELC dengan DUMMY LOAD dipilih untuk stand alone generation untuk mempertahankan sistem beroperasi pada frekuensi yang konstan sehingga tidak memerlukan turbin dengan governor yang cukup mahal untuk mengontrol kecepatan.

Apabila motor asinkron dengan tambahan kapasitor yang sesuai dengan kebutuhan operasional sebagai generator asinkron yang dipilih untuk stand alone generation dilengkapi dengan IGC, tegangan pada sistem konstan dan frekuensi juga konstan selama faktor daya beban diatas 0,8.

Sistem *on grid* yang disebut juga dengan generation with conections digunakan jika energi yang dibangkitkan disalurkan melalui sistem jaringan transmisi yang tersedia dengan tujuan komersialisasi. Komersialisasi ini sebaiknya menggunakan generator sinkron sistem 3 fasa 4 kawat.

Sistem Kontrol

Frekuensi dan tegangan listrik yang dihasilkan oleh generator dipengaruhi oleh kecepatan putar generator. Perubahan kecepatan putar generator akan menimbulkan perubahan frekuensi dan tegangan listrik. Perubahan tersebut pada batas batas tertentu tidak membahayakan.

Sistem kontrol berfungsi untuk menyeimbangkan energi dan energi dengan cara mengatur atau mengatur listrik sehingga sistem akan seimbang. Perubahan beban terhadap waktu peran sistem kontrol sangat penting untuk menjaga stabilitas sistem terutama kualitas listrik yang dihasilkan pembangkit tegangan dan frekuensi.

Berdasarkan media yang dikontrol, sistem kontrol dalam PLTMH dibagi menjadi 2 yaitu *flow control* dan *load control*. Tujuan pengontrolan pada PLTMH adalah untuk menjaga sistem elektrik dan mesin agar selalu berada pada daerah kerja yang diperbolehkan.

Semua peralatan listrik direncanakan untuk beroperasi pada frekuensi dan tegangan tertentu. Apabila beroperasi pada frekuensi dan tegangan yang berbeda dapat mengakibatkan peralatan listrik cepat rusak.

Misalnya pada malam hari 90 rumah mematikan lampu maka beban mikrohidro menjadi turun. Hal ini akan mengakibatkan roda gerak berputar lebih cepat. Akibatnya frekuensi listrik akan naik dan bila terlalu tinggi akan merusak alat alat elektronik yang digunakan di rumah rumah.

Sistem pengontrolan pada mikrohidro meliputi pengontrolan aliran air yang memasuki turbin dan pengontrolan beban daya listrik. Mekanisme pengontrolannya dapat berlangsung secara manual otomatis atau semi otomatis.

Sistem pengaturan yang banyak dipakai pada PLTMH adalah sistem kontrol semi otomatis yang relatif murah dibandingkan dengan sistem kontrol otomatis.

1. Kontrol Aliran

Flow control dapat diartikan sebagai pengaturan besarnya daya hidrolik berupa air yang masuk ke turbin dengan mengatur katup turbin.

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan *flow control* untuk sistem mikrohidro.

a. Pembangkit memiliki kapasitas >100kW

Hal ini mengingat bahwa cukup rumit dan mahal untuk aplikasi mikrohidro dengan daya kecil <100 kW, namun apabila secara finansial dan alasan teknis cukup mendukung maka masih memungkinkan.

b. Perubahan beban konsumen relatif kecil stabil

Reaksi *flow control* terhadap perubahan beban relatif lambat sehingga akan terjadi *shock* pada generator ketika beban yang besar tiba tiba disambungkan, akibatnya putaran generator menurun sehingga tegangan dan frekuensi juga turun selama beberapa saat (<1 menit) sampai *flow control* bereaksi dan *guide van* membuka sesuai dengan besarnya beban yang disambung/dilepas.

c. *Penstock pipe* memiliki ketahanan terhadap *water hammer*

Apabila sebagian besar beban lepas atau semua beban lepas sama sekali maka *actuator* akan menutup *guide vane* sehingga aliran tertahan dan membalik, tekanan air pada *penstock pipe* akan meningkat secara dramatis sehingga sangat beresiko terhadap ketahanan pipa pesat. Hal ini perlu memperhitungkan dengan teliti dalam menentukan *setting closing time* pada *flow control* dan kekuatan pipa pesat.

Khusus turbin pelton dimana penghentian putaran turbin dilakukan dengan *jet deflector* yang mengalihkan/membelokkan aliran untuk tidak menumbuk *bucket runner*, maka dalam hal ini tidak ada efek *water hammer* pada pipa pesat.

d. Generator memiliki ketahanan terhadap *run away speed*

Jika beban lepas dan *guide vane* belum menutup penuh aliran air yang masuk, turbin pada keadaan tenaga penuh dan putaran generator menjadi sangat cepat, keadaan ini sangat berbahaya bagi generator.

Over speed dengan kecepatan ($n \times \text{rated speed}$) selama waktu tertentu dan melebihi ketentuan dari pembuat generator akan mengakibatkan belitan generator terbakar.

2. Kontrol Daya Listrik

Bagian utama dari sistem kontrol ini terdiri dari panel kontrol dan *ballast load*. Prinsip pengaturannya adalah menyeimbangkan antara daya yang dihasilkan generator dengan beban konsumen. Saat beban konsumen berkurang, kelebihan daya yang dihasilkan generator akan dipindahkan ke *ballast load* sehingga beban total pada generator tidak berubah.

Beberapa sistem pada PLTMH yang banyak digunakan adalah:

- a. Instalasi PLTMH dengan kapasitas daya kurang dari 1 kW, sistem pengaturan kontrol dapat dilakukan secara manual.
- b. IGC, sistem pengaturan beban untuk menggunakan motor induksi sebagai generator IMAG. Sistem ini dapat digunakan untuk kapasitas daya kurang dari 50 kW.
- c. ELC, sistem pengaturan beban untuk generator sinkron umumnya digunakan untuk kapasitas daya di atas 50 kW.
- d. DTC, sistem pengaturan turbin secara otomatis sehingga memungkinkan untuk dihubungkan dengan jaringan PLN.

Sistem kontrol tersebut khususnya IGC dan ELC telah dapat dipabrikan secara lokal dan terbukti handal pada penggunaan di banyak PLTMH. Sistem kontrol ini terintegrasi pada panel kontrol.

Fasilitas operasi panel kontrol minimal terdiri dari:

- 1) Kontrol *start/stop*, baik otomatis, semi otomatis maupun manual.
- 2) Stop/berhenti secara otomatis.
- 3) *Trip stop* berhenti pada keadaan gangguan *over under voltage*, *over under frequency*.
- 4) *Emergency shut down*, bila terjadi gangguan listrik (misal arus lebih).

Berdasarkan hal tersebut maka sistem *flow control* murni memerlukan perhitungan dan perencanaan yang sangat teliti untuk mentolerir kondisi tersebut di atas.

Adapun beberapa hal yang dapat dilakukan untuk mengatasi dan mengurangi akibat tersebut adalah dengan:

- a) Menggunakan *flywheel* sehingga pada saat beban bertambah dengan signifikan putaran akan relatif stabil. Selain itu ketika beban tiba tiba lepas putaran generator akan relatif diredam dengan daya dari *flywheel* sehingga *overspeed* dapat diminimalkan.
- b) Sistem kombinasi antara *flow control* dengan *load control* ini mempunyai tujuan utama untuk menghindari keadaan *overspeed* generator pada saat terjadi pelepasan beban dan efek *water hammer* pada pipa pesat akibat penutupan *guide vane* secara tiba tiba. Saat terjadi pelepasan beban, *guide vane* akan ditutup secara perlahan lahan sehingga efek *water hammer* dapat diminimalkan dan pada saat bersamaan daya yang dihasilkan generator akan dipindahkan pada beban tiruan/*ballast load* sehingga kecepatan generator akan stabil sampai turbin dan generator pada kondisi aman.
- c) Menggunakan generator yang tahan terhadap *over speed* maksimum yang dapat terjadi.

Pentanahan

Instalasi perumahan merupakan bagian terpenting di dalam pembangunan suatu pembangkit disebabkan hal ini juga dapat mengganggu sistem jika instalasi perumahan konsumen tidak terpasang dengan benar. Instalasi perumahan hendaknya mengacu

pada PUIL peraturan umum instalasi listrik yang merupakan standar wajib yang harus diikuti sebagai acuan yang telah disahkan pemerintah dan merupakan Standar Nasional Indonesia SNI Hal yang perlu diperhatikan di dalam penginstalasian listrik perumahan hendaknya mengacu pada aman andal dan akrab lingkungan.

Masalah pentanahan merupakan salah satu faktor penting dalam pelistrikan seperti pada instalasi pembangkit sistem transmisi dan distribusi. Pentanahan berhubungan erat dengan perlindungan suatu sistem berikut semua perlengkapannya. Pengusahaan pentanahan berarti mengusahakan agar arus gangguan yang timbul pada saat tertentu mengalir masuk tanah sehingga tidak merusak peralatan listrik yang ada.

Pelaksanaan pentanahan meliputi 2 hal yang pertama adalah pentanahan sistem berupa pengadaan hubungan dengan tanah untuk suatu titik pada penghantar arus dari sistem seperti pada sistem transmisi dan distribusi. Kedua adalah pentanahan peralatan sistem berupa pengadaan hubungan dengan tanah untuk suatu bagian yang tidak membawa arus dari sistem seperti pada pipa baja saluran tempat kabel batang pemegang saklar.

1. Konstruksi Sistem Pentanahan

Peralatan Konstruksi Sistem Pentanahan adalah:

Elektroda tanah adalah sejenis penghantar yang ditanam di dalam tanah dan berfungsi agar potensial semua penghantar yang dihubungkan sama dengan potensial tanah. Perlengkapan ini juga merupakan alat pelepasan arus ke tanah. Elektroda tanah memegang peran penting karena amat menentukan seberapa besar arus gangguan yang dapat dilepaskan ke tanah.

Penghantar tanah berfungsi menghubungkan peralatan sistem yang akan ditanahkan ke bus tanah atau elektroda tanah. Proteksi pertanahan jaring tegangan rendah dan instalasi dapat mengacu kepada Standar PLN SPLN 3 1978.

2. Bahan bahan Elektroda

Syarat-syarat utama bahan elektroda diantaranya adalah:

- a. Tidak mudah berkarat seperti baja dan tembaga.
- b. Kokoh atau tahan terhadap desakan pukulan dan sebagainya.
- c. Memiliki daya hantar listrik yang baik.

Penggunaan tembaga dapat membentuk sel galvanis dengan bahan logam lain yang tertanam di dalam tanah seperti saluran pembungkus kabel sehingga mempercepat terjadinya korosi pada logam tersebut.

Pencegahan korosi dan kerusakan tersebut dilakukan dengan pelapisan timah pada tembaga atau melapisi logam lain dengan aspal terutama yang dekat dengan elektroda tembaga. Elektroda baja tidak menimbulkan masalah dan cocok untuk sistem maupun elektroda tanam.

3. Hantaran Pentanahan

Hantaran pentanahan ialah hantaran yang menghubungkan bagian yang harus ditanahkan dengan elektroda pentanahan.

Luas penampang minimum untuk hantaran dijabarkan berikut ini:

Hantaran dengan perlindungan mekanis yang kokoh:

- a. Hantaran tembaga 1,5 mm²
- b. Hantaran aluminium 2,5 mm²

Hantaran yang tidak diberi perlindungan mekanis yang kokoh:

- a. Hantaran tembaga 4 mm²
- b. Pita baja, tebal minimum 2,5 mm 50 mm
- c. Hantaran aluminium tidak boleh digunakan.

Sebagai perlindungan digunakan pipa baja. Jika tidak dipasang dalam pipa untuk hantaran pentanahan sebaiknya digunakan hantaran telanjang sehingga mudah

dikontrol jika ada yang putus. Khusus untuk rumah tinggal sebaiknya jangan digunakan hantaran telanjang.

D. Aktivitas Pembelajaran

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran ini? Sebutkan!
2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan **LK-09**. Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran.

E. Rangkuman

Komponen mekanikal hanya terdiri dari dua bagian yaitu turbin dan transmisi. Kedua sistem ini menghubungkan antara sumber energi air dengan generator yang menghasilkan listrik.

Secara teknis, mikrohidro memiliki 3 komponen utama yaitu: air sebagai sumber energi, turbin dan generator. Air yang mengalir dengan kapasitas tertentu disalurkan dan ketinggian tertentu menuju rumah instalasi (rumah turbin) yang akan menumbuk turbin dimana turbin sendiri dipastikan akan menerima energi air tersebut dan mengubahnya menjadi energi mekanik berupa berputarnya poros turbin. Poros yang berputar tersebut

kemudian ditransmisikan ke generator dengan menggunakan kopling. Generator tersebut akan menghasilkan energi listrik yang akan masuk ke sistem kontrol arus listrik sebelum dialirkan ke rumah atau keperluan lainnya (beban). Begitulah secara ringkas proses mikrohidro merubah energi aliran dan ketinggian air menjadi energi listrik.

Pelaksanaan pentanahan meliputi 2 hal yang pertama adalah pentanahan sistem berupa pengadaan hubungan dengan tanah untuk suatu titik pada penghantar arus dari sistem seperti pada sistem transmisi dan distribusi Kedua adalah pentanahan peralatan sistem berupa pengadaan hubungan dengan tanah untuk suatu bagian yang tidak membawa arus dari sistem seperti pada pipa baja saluran tempat kabel batang pemegang saklar.

Peralatan Konstruksi Sistem Pentanahan adalah elektroda tanah adalah sejenis penghantar yang ditanam di dalam tanah dan berfungsi agar potensial semua penghantar yang dihubungkan sama dengan potensial tanah. Perlengkapan ini juga merupakan alat pelepasan arus ke tanah. Elektroda tanah memegang peran penting karena amat menentukan seberapa besar arus gangguan yang dapat dilepaskan ke tanah.

F. Tes Formatif

1. Sebutkan beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan flow control untuk sistem mikrohidro.
2. Sebutkan keunggulan sistem IMAG jika dibandingkan dengan sistem generator sinkron untuk proyek-proyek PLTMH, terutama dengan kapasitas sampai 30 kW.

G. Kunci Jawaban

1. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan *flow control* untuk sistem mikrohidro.

- a. Pembangkit memiliki kapasitas >100kW

Hal ini mengingat bahwa cukup rumit dan mahal untuk aplikasi mikrohidro dengan daya kecil <100 kW, namun apabila secara finansial dan alasan teknis cukup mendukung maka masih memungkinkan.

- b. Perubahan beban konsumen relatif kecil stabil

Reaksi *flow control* terhadap perubahan beban relatif lambat sehingga akan terjadi *shock* pada generator ketika beban yang besar tiba tiba disambungkan, akibatnya putaran generator menurun sehingga tegangan dan frekuensi juga turun selama beberapa saat (<1 menit) sampai *flow control* bereaksi dan *guide van* membuka sesuai dengan besarnya beban yang disambung/dilepas.

- c. *Penstock pipe* memiliki ketahanan terhadap *water hammer*

Apabila sebagian besar beban lepas atau semua beban lepas sama sekali maka actuator akan menutup *guide vane* sehingga aliran tertahan dan membalik, tekanan air pada *penstock pipe* akan meningkat secara dramatis sehingga sangat beresiko terhadap ketahanan pipa pesat. Hal ini perlu memperhitungkan dengan teliti dalam menentukan *setting closing time* pada *flow control* dan kekuatan pipa pesat.

Khusus turbin pelton dimana penghentian putaran turbin dilakukan dengan *jet deflector* yang mengalihkan/membelokkan aliran untuk tidak menumbuk *bucket runner*, maka dalam hal ini tidak ada efek *water hammer* pada pipa pesat.

- d. Generator memiliki ketahanan terhadap *run away speed*

Jika beban lepas dan *guide vane* belum menutup penuh aliran air yang masuk, turbin pada keadaan tenaga penuh dan putaran generator menjadi sangat cepat, keadaan ini sangat berbahaya bagi generator.

Over speed dengan kecepatan ($n \times \text{rated speed}$) selama waktu tertentu dan melebihi ketentuan dari pembuat generator akan mengakibatkan belitan generator terbakar.

2. Sistem IMAG jika dibandingkan dengan sistem generator sinkron memiliki beberapa keunggulan yang sangat berarti untuk proyek-proyek PLTMH, terutama dengan kapasitas sampai 30 kW.

Keunggulan utamanya antara lain:

- a. Harga lebih murah dibandingkan generator sinkron.
- b. Produk memenuhi standar industri sehingga daya tahan lebih terjamin.
- c. Tersedia dalam beberapa ukuran mulai dari 1 kW – 100 kW.
- d. Tersedia dengan 3 ukuran putaran (1000, 1500 dan 3000 rpm sehingga lebih mudah untuk disesuaikan dengan putaran turbin.

LEMBAR KERJA KB-9

LK - 09

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....
.....
.....
.....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....

6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Kegiatan Pembelajaran 10 : Studi Kelayakan Ekonomi

A. Tujuan

Setelah melakukan kegiatan pembelajaran ini, peserta diklat dapat mengerti dan memahami mengenai studi kelayakan PLTMH secara ekonomi.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Setelah melakukan kegiatan pembelajaran ini, peserta diklat mampu melakukan studi kelayakan ekonomi sosial dan budaya masyarakat dimana PLTMH akan dibangun.

C. Uraian Materi

Analisis Ekonomi Teknik.

Pelaksanaan studi kelayakan, perencana harus memberikan pemahaman kondisi alam dan konfigurasi sistem sehingga ada pembanding dan biaya sehingga prinsip bisa dicapai. Pilihan alternatif harus mempertimbangkan prinsip .

Suatu lokasi potensi PLTMH terdapat beberapa kemungkinan konfigurasi peralatan, khususnya mekanikal dan elektrikal yang bisa dipakai. Selain itu konfigurasi bangunan sipil serta penentuan lokasi intake dan power house juga akan mempengaruhi konfigurasi sistem. Pilihan konfigurasi ini akan mempengaruhi daya dan biaya. Konfigurasi yang dipilih merupakan alternatif terbaik secara teknis dan rasio biaya per-output.

Awal dari perencanaan finansial adalah proses penganggaran. Saat tugas, pokok dan fungsi setiap kegiatan institusi teridentifikasi selanjutnya adalah merencanakan program kerja, perhitungan biaya dan manfaat, analisis resiko dan kesuksesan program. Secara umum terdapat beberapa langkah penting yang perlu dilakukan di dalam perencanaan finansial yaitu analisis biaya, analisis kemampuan membayar, analisis pendapatan, analisis sensitivitas dan analisis dampak sekunder.

Aspek-aspek finansial meliputi aspek pembiayaan, penganggaran, pendapatan dan biaya, penilaian, dengan demikian aspek finansial sudah harus mencakup keseluruhan manajemen namun dalam batas finansial saja.

Berdasarkan hasil pekerjaan perencanaan, selanjutnya dilakukan perhitungan estimasi biaya proyek, dan dilakukan evaluasi/analisis ekonomi, dengan menggunakan kaidah ekonomi yang berlaku. Analisis tersebut meliputi analisis BCR, analisis EIRR, analisis NPV dan analisis kepekaan. Hasil estimasi biaya ini akan dialokasikan sesuai periode pelaksanaan konstruksi.

1. Analisis BCR

(BCR) didefinisikan perbandingan antara nilai ekuivalen dari manfaat dengan nilai ekuivalen dari biaya pada suatu titik waktu yang sama, misalnya sekarang, yang akan datang ataupun jangka waktu tahunan.

Nilai manfaat ini meliputi seluruh nilai tambah yang diperoleh dengan adanya PLTMH, antara lain nilai jual listrik, nilai produk yang dihasilkan yang didukung sarana kelistrikan dan apabila memungkinkan termasuk nilai yang tidak dapat dihitung dengan nilai nominal.

Biaya yang dikeluarkan dalam analisis ini mencakup biaya operasi dan pemeliharaan teknis dengan termasuk di dalamnya adalah pengelolaan (manajemen).

Apabila didapatkan hasil $BCR > 1$, maka proyek layak untuk dilaksanakan, dan sebaliknya apabila $BCR < 1$, maka proyek harus dibatalkan atau dilakukan rekayasa pendahuluan untuk mendapatkan kelayakan yang sesuai kriteria kelayakan.

2. Analisis NPV

NPV mempunyai pengertian jumlah dari keseluruhan manfaat dikurangi dengan keseluruhan biaya pada suatu titik waktu yang sama, misalkan *present worth*, *future worth*, atau *annual worth*.

Nilai pelayanan ekonomi konstruksi umumnya bertahun-tahun, dimana manfaat dan biaya yang akan datang berbeda-beda, untuk itu diperlukan waktu tertentu dan semua nilai manfaat dan biaya masa yang akan datang dikonversikan ke waktu

tersebut agar dapat diperbandingkan, nilai manfaat dan biaya pada waktu tersebut disebut nilai sekarang.

Apabila didapatkan hasil $NPV > 0$, maka proyek layak untuk dilaksanakan, dan sebaliknya apabila $NPV < 0$, maka proyek harus dibatalkan atau dilakukan rekayasa pendahuluan untuk mendapatkan kelayakan yang sesuai analisis.

3. Analisis EIRR

EIRR adalah tingkat bunga dimana nilai sekarang dari manfaat kotor suatu konstruksi PLTMH sama dengan nilai sekarang biaya proyek atau nilai neto sekarang (NPV) menjadi nol.

Apabila didapatkan hasil $EIRR >$ suku bunga yang ditetapkan Bank Indonesia atau bank donor, maka konstruksi PLTMH layak untuk dilaksanakan. Sebaliknya apabila $IRR <$ suku bunga yang berlaku, maka konstruksi PLTMH harus dibatalkan atau dilakukan rekayasa pendahuluan untuk mendapatkan kelayakan yang sesuai analisis. Secara umumnya tingkat suku bunga yang digunakan di analisis ekonomi dalam usulan proyek yang ditentukan lembaga keuangan internasional berkisar antara 8% sampai dengan 12 %.

4. Cash Flow

Cash flow (aliran kas) merupakan sejumlah dana yang keluar dan masuk sebagai akibat dari aktivitas lembaga pengelolaan atau aliran dana yang terdiri dari aliran masuk dalam lembaga pengelolaan dan aliran dana keluar dengan selisih saldo pada setiap periode.

Hal utama yang perlu selalu diperhatikan yang mendasari dalam mengatur arus kas adalah memahami dengan jelas fungsi dana yang dimiliki, disimpan atau diinvestasikan.

Secara sederhana fungsi itu terbagi menjadi 3 yaitu:

- a. Fungsi likuiditas yaitu dana yang tersedia untuk tujuan memenuhi kebutuhan sehari-hari dan dapat dicairkan dalam waktu singkat relatif tanpa ada pengurangan investasi awal.

- b. Fungsi anti inflasi, dana yang disimpan guna menghindari resiko penurunan pada daya beli di masa datang yang dapat dicairkan dengan relatif cepat.
- c. yaitu dana yang diperuntukkan untuk penambahan/perkembangan kekayaan dengan jangka waktu relatif panjang.

Aliran kas yang berhubungan dengan suatu konstruksi PLTMH dapat dibagi menjadi 3 kelompok yaitu :

- a. Aliran kas awal merupakan aliran kas yang berkaitan dengan pengeluaran untuk kegiatan investasi misalnya pembelian tanah, gedung, biaya pendahuluan dan sebagainya. Aliran kas awal dapat dikatakan aliran kas keluar.
- b. Aliran kas operasional merupakan aliran kas yang berkaitan dengan operasional PLTMH seperti penjualan listrik, biaya umum, dan administrasi. Berdasarkan pengertian itu, aliran kas operasional merupakan aliran kas masuk dan aliran kas keluar .
- c. Aliran kas akhir merupakan aliran kas yang berkaitan dengan nilai sisa proyek (nilai residu) seperti sisa modal kerja, nilai sisa proyek yaitu penjualan peralatan proyek.

Kegunaan dalam menyusun estimasi dalam lembaga pengelolaan PLTMH sangat berguna bagi beberapa pihak terutama manajemen, diantaranya:

- a. Memberikan seluruh rencana penerimaan kas yang berhubungan dengan rencana keuangan perusahaan dan transaksi yang menyebabkan perubahan kas.
- b. Sebagian dasar untuk menaksir kebutuhan dana untuk masa yang akan datang dan memperkirakan jangka waktu pengembalian kredit.
- c. Membantu manajer untuk mengambil keputusan kebijakan finansial.
- d. Sebagai acuan bagi kreditur dapat melihat kemampuan perusahaan untuk membayar kredit yang diberikan kepadanya.

Cash flow mempunyai beberapa keterbatasan-keterbatasan antara lain:

- a. Komposisi penerimaan dan pengeluaran yang dimasukan dalam hanya bersifat tunai.
- b. Lembaga hanya berpusat pada target yang mungkin kurang fleksibel.
- c. Apabila terdapat perubahan pada situasi maupun dari lembaga yang dapat mempengaruhi estimasi arus kas masuk dan keluar yang seharusnya diperhatikan, maka akan terhambat karena manajer hanya akan terfokus pada kas misalnya kondisi ekonomi yang kurang stabil, terlambatnya pelanggan dalam memenuhi kewajibanya.

Cash flow memuat 3 bagian utama, yang terdiri dari:

a. *Cash flow*

Bagian ini mengidentifikasi sumber dana yang akan diterima, jumlah dana dan waktu dalam periode tersebut yang akan dihasilkan dari penjualan listrik, hasil penjualan aktiva tetap dan penerimaan lainnya. Perincian kas ini terdiri dari karakteristik kontinyu dan *intermitten*.

b. *Cash outflow*

Bagian ini berhubungan dengan identifikasi semua kas yang sudah diantisipasi, antara lain pembelian barang dagang baku, pembayaran hutang, upah, administrasi, dan pengeluaran lainnya. juga punya sifat yang sama yaitu kontinyu dan *intermitten*.

c. (pembiayaan)

Bagian ini menunjukan besarnya dan besarnya kebutuhan dana jika terjadi defisit.

Pelaksanaan evaluasi proyek, analisis sensitivitas dilakukan dalam beberapa keadaan. Sebagai contoh beberapa keadaan, diantaranya:

- a. Keadaan 1 : Normal.
- b. Keadaan 2 : Biaya proyek naik 20 %, manfaat normal.
- c. Keadaan 3 : Biaya proyek normal, manfaat turun 10 %.

- d. Keadaan 4 : Biaya proyek naik 20 %, manfaat turun 10 %.
- e. Keadaan 5 : Pelaksanaan konstruksi mundur 2 th.
- f. Keadaan 6 : Biaya proyek normal, manfaat naik 10 %.

Kerangka identifikasi berbagai tipe manfaat dan biaya, dapat dibedakan dalam berbagai kelompok, yaitu:

- a. Manfaat dan biaya yang bersifat riil dalam bentuk uang
- b. Manfaat dan biaya riil langsung yang berwujud dan tidak berwujud.
- c. Manfaat dan biaya riil tidak langsung yang berwujud dan tidak berwujud.

Sasaran Penerima

Pemanfaatan sumber pembiayaan yang tercakup dalam bab ini dengan tepat sasaran dan fungsinya maka harus diketahui jenis pembiayaan yang dapat dilihat berdasarkan sasaran penerima, bentuk pembiayaan dan cakupan bidang pembiayaan yang disediakan.

Sasaran penerima adalah pihak yang dapat mengajukan permohonan dan mendapatkan pembiayaan, sesuai dengan syarat dan ketentuan yang ditetapkan masing-masing sumber pembiayaan.

Sasaran penerima sumber pembiayaan ini adalah:

1. Pemerintah, baik pemerintah pusat ataupun daerah.
2. Organisasi masyarakat madani, baik yang besar atau kecil, di tingkat nasional atau daerah. Organisasi masyarakat madani ini mencakup lembaga swadaya masyarakat, kelompok swadaya masyarakat, yayasan, paguyuban, organisasi keagamaan, organisasi sosial dan budaya, organisasi perempuan, asosiasi profesional, lembaga penelitian, kelompok tenaga ahli, organisasi jasa sukarelawan, koperasi, organisasi yang dibentuk masyarakat setempat dan lainnya.
3. Sektor swasta, yaitu para pelaku usaha dan investor yang bertujuan untuk mendapatkan keuntungan moneter.

4. Masyarakat umum, yaitu masyarakat yang tidak diwakilkan oleh suatu organisasi atau lembaga apapun, termasuk individu.

Sasaran penerima dari masing-masing sumber pembiayaan perlu diketahui sebelum mengajukan proposal pembiayaan agar tiap pemohon dapat memilih sumber pembiayaan yang tepat sesuai dengan kondisinya.

Terkait dengan sasaran penerima ini yang juga harus diperhatikan adalah daerah sasaran, yaitu lokasi dimana kegiatan yang diajukan untuk dibiayai akan dilaksanakan. Beberapa sumber pembiayaan memiliki batasan lokasi tertentu untuk menyalurkan pembiayaannya.

Bentuk Pembiayaan

Ada berbagai jenis pembiayaan yang tersedia dan dapat dimanfaatkan untuk pengembangan energi mikrohidro. Mohon diperhatikan bahwa pembiayaan yang dimaksud dalam buku ini tidak terbatas dalam bentuk dana yang diberikan secara langsung, namun termasuk juga segala bentuk dana yang diwujudkan dalam bentuk barang, kegiatan atau upaya untuk mendukung pengembangan mikrohidro, baik secara langsung ataupun tidak.

Bentuk-bentuk pembiayaan tersebut diantaranya adalah:

1. Pemberian dana secara langsung, bisa dalam bentuk:
 - a. Hibah yaitu pemberian dana tanpa kewajiban untuk mengembalikan.
 - b. Pinjaman yaitu pemberian dana dengan kewajiban untuk mengembalikan berdasarkan kesepakatan yang disetujui sebelumnya.
 - c. Investasi yaitu pemberian dana dengan suatu harapan mendapatkan keuntungan dalam jangka waktu tertentu, termasuk penyertaan modal. Bentuk pembiayaan ini umumnya diberikan oleh lembaga pemerintah, lembaga donor, organisasi nirlaba/non-pemerintah dan lembaga keuangan.
2. Penyediaan perlengkapan fisik, mencakup pemberian secara langsung alat dan bahan untuk membangun PLTMH dan berbagai teknologi yang mendukung.

3. Pendampingan, termasuk di dalamnya fasilitasi, advokasi kebijakan, pembentukan jaringan, kerjasama atau asosiasi. Bentuk pembiayaan ini banyak diberikan oleh lembaga donor dan organisasi nirlaba/non-pemerintah dalam hal pembentukan organisasi masyarakat, pembuatan atau perbaikan kebijakan, pengembangan jaringan pemasaran hasil industri rumah tangga, dan lainnya.
4. Peningkatan kapasitas, yaitu peningkatan kemampuan dan sumberdaya individu, organisasi dan komunitas dalam mengatasi perubahan pembangunan, termasuk di dalamnya adalah pembentukan kesadaran, keterampilan, pengetahuan, motivasi, komitmen dan kepercayaan diri.
5. Pengkajian, dalam bentuk studi atau saran di bidang mikrohidro dan energi baru terbarukan. Bentuk pembiayaan ini terutama dilakukan oleh lembaga pemerintah, lembaga donor serta beberapa organisasi nirlaba/non-pemerintah.

Bentuk pembiayaan yang disediakan setiap sumber pembiayaan perlu diketahui pemohon agar dapat dipilih sesuai dengan kondisi dan kebutuhannya masing-masing, baik pemohon secara kelompok ataupun individu. Pemilihan tersebut termasuk juga melihat kemungkinan kerjasama pembiayaan dari berbagai sumber dengan bentuk pembiayaannya masing-masing.

Sebagai contoh sumber pembiayaan A diminta untuk memberikan pinjaman dalam pembelian bahan-bahan instalasi PLTMH, sedangkan sumber pembiayaan B diminta untuk memberikan penguatan masyarakat sejak perencanaan hingga paska pembangunan PLTMH dan sumber pembiayaan C diminta untuk membantu proses pembuatan regulasi yang mendukung di lokasi terkait, dan seterusnya.

Bidang Cakupan

Sumber pembiayaan mikrohidro yang tersedia sebenarnya tidak terbatas pada bidang teknik atau infrastruktur, namun juga bisa memanfaatkan sumber-sumber pembiayaan di bidang lainnya, sehingga perlu dilihat keterkaitan pengembangan mikrohidro dengan bidang-bidang lain tersebut sehingga sumber-sumber pembiayaan yang ada dapat

dimanfaatkan secara maksimal dan pembangunan yang dilakukan bisa menyeluruh dan berkesinambungan.

Berikut adalah beberapa bidang cakupan pembiayaan yang dirangkum dari sumber-sumber pembiayaan di buku ini yang memiliki atau berpotensi memiliki keterkaitan dengan program-program mikrohidro.

1. Infrastruktur dan teknologi, yaitu pembangunan fisik serta penyediaan, pembuatan dan penelitian mengenai teknologi pendukung. Sumber pembiayaan di bidang ini contohnya bisa ikut membantu pembiayaan dalam penyediaan dana instalasi PLTMH, penyediaan teknologi tepat guna pendukung usaha produktif berbasis mikrohidro, dan lainnya.
2. Lingkungan hidup, yaitu berbagai upaya untuk menjaga kelestarian alam pada dan di sekitar wilayah PLTMH, serta memberikan penyadaran serta pendidikan kepada masyarakat mengenai manajemen sumberdaya alam. Sumber pembiayaan di bidang ini contohnya dapat dimanfaatkan untuk memberikan pendidikan tentang penjagaan daerah tangkapan air, penyadaran masyarakat untuk beralih ke sumber energi yang ramah lingkungan, dan lainnya.
3. Ekonomi, yaitu segala kegiatan yang bertujuan untuk menyediakan modal, menciptakan mata pencarian dan meningkatkan pendapatan masyarakat, termasuk juga penyediaan layanan finansial. Sumber pembiayaan di bidang ini dapat membantu program-program mikrohidro untuk penyediaan modal, penyiapan dan pengelolaan usaha produktif berbasis mikrohidro; pembukaan akses masyarakat terhadap lembaga keuangan; dan lainnya.
4. Sosial, yaitu segala hal yang berkaitan dengan hubungan masyarakat, gejala dan perilakunya. Contohnya adalah pembangunan PLTMH di daerah-daerah tertinggal dalam rangka pengentasan kemiskinan, pendampingan masyarakat dalam menyerap teknologi PLTMH, fasilitasi pembentukan organisasi pengelola listrik, pembentukan dan penguatan jaringan masyarakat dan pengusaha, dan lainnya.
5. Pemerintahan dan kebijakan, yaitu berbagai upaya advokasi dan penyusunan peraturan serta anggaran negara (tingkat pusat dan lokal) yang dapat mewakili

kebutuhan pengembangan energi mikrohidro. Sumber pembiayaan di bidang ini contohnya dapat dimanfaatkan untuk membantu penyediaan kebijakan yang mendukung di suatu daerah, pengalokasian dana pembangunan PLTMH oleh pemerintah, penguatan kapasitas pemerintah daerah dalam melakukan studi kelayakan, dan lainnya.

6. Pendidikan, yaitu memberikan bantuan pendidikan formal atau informal, baik kepada masyarakat, organisasi atau individu, yang berkaitan dengan pengembangan energi mikrohidro, termasuk didalamnya beasiswa dan pelatihan. Sumber pembiayaan di bidang ini contohnya dapat dimanfaatkan oleh individu-individu untuk mendapatkan pendidikan khusus mengenai mikrohidro atau dimanfaatkan oleh kelompok untuk pelatihan operator PLTMH, dan lainnya.
7. Jender, yaitu memastikan adanya kesetaraan antara peran laki-laki dengan perempuan dalam segala aspek. Sumber pembiayaan di bidang ini contohnya dapat dimanfaatkan untuk memfasilitasi pengambilan keputusan pembangunan PLTMH dan penentuan tarif yang mengedepankan keseimbangan jender, serta pengembangan usaha perempuan berbasis mikrohidro.

Bidang cakupan dari masing-masing sumber pembiayaan perlu diketahui sebelum mengajukan permohonan pembiayaan agar pemohon dapat memilih sumber pembiayaan yang sesuai dengan arah program yang akan dikembangkan. Selain itu, dengan mengetahui cakupan sumber pembiayaan ini pemohon juga dapat menggabungkan berbagai sumber pembiayaan berdasarkan spesifikasi kegiatan yang akan dilaksanakan, sehingga pembangunan dapat direncanakan dan dilakukan secara menyeluruh mulai dari persiapan hingga paska pembangunan PLTMH.

Langkah Pengajuan Permohonan Pembiayaan

Berikut ini dijabarkan langkah pengajuan permohonan pembiayaan dalam pembangunan PLTMH. Langkah-langkah tersebut bukanlah langkah yang baku harus diikuti. Langkah-langkah tersebut dapat diikuti sesuai dengan kondisi masing-masing, baik dari urutan ataupun isinya.

Apabila pemohon mengalami kesulitan sebaiknya dikonsultasikan ke sumber pembiayaan terkait. Beberapa sumber pembiayaan ada yang menyediakan bantuan sejak pembuatan proposal.

1. Perumusan Kegiatan dan Pemetaan Potensi

Ide awal suatu program atau kegiatan harus mulai disusun secara sistematis dan informasi yang diperlukan mulai dikumpulkan untuk nantinya diartikulasikan ke dalam proposal. Ide awal ini mencakup tujuan program atau kegiatan yang diajukan; latar belakang, alasan dan manfaat dilaksanakannya program atau kegiatan tersebut; penjelasan singkat tentang bentuk, waktu, lokasi, bagaimana dan siapa yang akan melaksanakan program atau kegiatan tersebut; serta gambaran kasar biaya yang diperlukan.

Selain itu perlu juga dilihat potensi atau modal yang dimiliki, baik dalam bentuk dana, sumber daya manusia, sumber daya alam, atau lainnya. Pemetaan tersebut nantinya akan sangat membantu dalam menentukan skema pembiayaan yang diperlukan, apakah hibah, pinjaman, investasi, swadaya atau gabungan.

2. Identifikasi Sumber Pembiayaan

Identifikasi dapat dimulai dengan mempelajari visi-misi atau tujuan sumber pembiayaan. Jika sudah terdapat kesesuaian maka bisa dilanjutkan dengan mengkaji program yang terkait dan pihak yang pernah diberikan pembiayaan. Terkait hal ini, pemohon harus memperhatikan kriteria atau syarat yang diminta sumber pembiayaan, seperti sasaran penerima, daerah sasaran, bidang cakupan atau prioritas sektoral, termasuk keterkaitan dengan pengembangan energi mikrohidro, jumlah dan bentuk pembiayaan yang diberikan, waktu dan proses pengajuan proposal permohonan pembiayaan.

Beberapa contoh sumber pembiayaan, antara lain:

- a. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)
- b. Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral – Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi (DJLPE)

- c. Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral – Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Ketenagalistrikan dan Energi Baru Terbarukan (P3TKEBT)
 - d. Departemen Pekerjaan Umum – Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air (Pusair)
 - e. Kementerian Koperasi dan Usaha Kecil Menengah (KKUKM)
 - f. Kementerian Negara Pembangunan Daerah Tertinggal (PDT)
 - g. Program Nasional Pemberdayaan Masyarakat (PNPM) Mandiri
3. Menjalin Hubungan dengan Sumber Pembiayaan

Apabila dimungkinkan, pemohon membuka hubungan dengan wakil sumber pembiayaan sebelum mengajukan proposal permohonan pembiayaan. Hal ini diperlukan untuk mengklarifikasi keakuratan informasi sumber pembiayaan tersebut. Hal yang perlu diketahui antara lain alamat, program yang dijalankan, syarat atau kriteria yang diperlukan hingga waktu dan proses pengajuan proposal. Komunikasi dengan sumber pembiayaan ini juga ditujukan untuk melihat peluang dari sumber pembiayaan dimaksud untuk membuka diri dan memberikan pembiayaan bagi program-program pengembangan energi mikrohidro.

4. Penyusunan Proposal

a. Proposal Permohonan Pembiayaan

Sebelum menuliskan proposal secara resmi sebaiknya pemohon mengecek ke masing-masing sumber pembiayaan yang dipilih apakah mereka menyediakan formulir atau format tertentu untuk mengajukan permohonan pembiayaan.

Apabila memang disediakan, maka gunakanlah formulir atau format tersebut. Apabila tidak disediakan, maka pemohon harus membuatnya sendiri, tentu saja disesuaikan dengan jenis pembiayaan yang diajukan.

Secara umum, proposal pengajuan permohonan pembiayaan mencakup:

- 1) Penjelasan mengenai latar belakang dan tujuan, urgensi kegiatan atau program yang diajukan, jika mungkin dilengkapi dengan fakta atau data yang akurat.
- 2) Penjelasan singkat dan padat mengenai kegiatan atau program yang diajukan, mencakup judul usulan, lokasi pelaksanaan, waktu pelaksanaan, pihak yang akan melaksanakan, cara-cara pelaksanaan dan evaluasinya.
- 3) Penjelasan singkat dan padat mengenai dampak dan pihak-pihak yang akan mendapatkan keuntungan dari kegiatan atau program tersebut.
- 4) Penjelasan singkat dan padat mengenai keberlanjutan kegiatan atau program yang diajukan, termasuk masalah pembiayaan, seperti potensi untuk mandiri jika pembiayaan berakhir dan peran masyarakat lokal untuk mengelola kegiatan atau program tersebut.
- 5) Anggaran biaya yang diperlukan dan disediakan pihak lain (jika ada). Anggaran ini disusun secara rinci berdasarkan kegiatan atau program yang diajukan. Penjelasan detil mengenai anggaran dapat dimasukkan dalam lampiran proposal.
- 6) Penjelasan singkat dan padat mengenai lembaga atau organisasi pemohon yang dapat menunjukkan kapasitasnya untuk melaksanakan kegiatan atau program yang diajukan.

b. Proposal Bisnis

Pembangunan PLTMH di Indonesia umumnya masih dibiayai dengan dana hibah, namun penggunaan dana pinjaman atau dana investasi dapat digunakan untuk membiayai program-program pengembangan energi mikrohidro. Proposal untuk mengajukan investasi pendirian PLTMH atau pengembangan usaha berbasis mikrohidro biasa disebut dengan proposal bisnis.

Proposal ini menggambarkan secara sistematis suatu usulan usaha sehingga setiap tahapan kegiatan usaha dapat dilakukan secara teratur dan terjadual dengan baik. Selain menjadi salah satu alat untuk mencari pembiayaan, baik dari investor ataupun lembaga keuangan, adanya proposal ini akan mempertajam rencana-rencana usaha yang diharapkan.

Secara umum, proposal ini mencakup hal:

- 1) Penjelasan singkat dan padat mengenai latar belakang permasalahan untuk mendapatkan pembiayaan, serta kemendesakkannya.
- 2) Penjelasan singkat dan padat mengenai perusahaan yang akan menjalankan usaha yang diajukan, mencakup nama perusahaan, bentuk usaha, visi-misi dan tujuan, susunan pengurus dan pelaksana, ukuran dan lokasi usaha, perkiraan waktu usaha dimulai, serta legalitas perusahaan.
- 3) Penjelasan singkat dan padat mengenai produk yang dihasilkan, baik dalam bentuk barang ataupun jasa, mencakup penyediaan bahan baku, proses produksi, kapasitas produksi, teknologi yang digunakan dan pembiayaannya. Penjelasan ini sebaiknya juga menunjukkan kelebihan dan kekhususan dari produk yang dihasilkan.
- 4) Penjelasan singkat dan padat mengenai situasi pasar, mencakup target atau potensi pelanggan, proses distribusi, peluang dan prospek pertumbuhan pasar, kondisi persaingan pasar, serta cara-cara promosi.
- 5) Penjelasan rinci tentang situasi keuangan perusahaan yang mencakup dana yang dikumpulkan, berkaitan dengan jumlah penanam modal, asal pendanaan dan daftar pemegang saham, rencana keuangan yaitu yang memproyeksikan untung dan rugi perusahaan idealnya untuk 3–5 tahun ke depan. Penjelasan ini pada akhirnya akan menunjukkan nilai investasi usaha yang diajukan.
- 6) Penjelasan rinci mengenai jumlah pembiayaan yang diminta, jangka waktu pengembalian, tenggat waktu dan apabila ada, alternatif jaminan beserta nilai taksirannya.

Mengenai bentuk dan nilai jaminan bisa dikonsultasikan kepada sumber pembiayaan terkait.

5. Kelengkapan Dokumen

Setiap sumber pembiayaan umumnya meminta pemohon untuk melengkapi proposalnya dengan dokumen terkait. Dokumen yang diminta bisa berbeda antar sumber pembiayaan dan harus dicek kembali kepada sumber pembiayaan yang dipilih.

Dokumen yang umumnya diminta sumber pembiayaan sebagai kelengkapan permohonan adalah:

- a. Khusus untuk pembiayaan pembangunan atau instalasi PLTMH, sumber pembiayaan akan meminta laporan studi potensi atau pra studi kelayakan dan studi kelayakan. Studi kelayakan yang ditujukan untuk menilai kelayakan investasi atau mengetahui tingkat keberhasilan proyek dalam berbagai aspek ini terutama diperlukan oleh sumber pembiayaan seperti investor selaku pemrakarsa, bank selaku pemberi kredit dan pemerintah selaku pemberi fasilitas. Studi kelayakan perlu menghasilkan beberapa opsi pembangunan dan penjelasan tentang konsekuensi dari setiap opsi. Hasilnya kemudian ditindaklanjuti dengan melakukan konsultasi kepada masyarakat dan sumber pembiayaan terkait untuk menyepakati opsi yang akan digunakan.
- b. Perencanaan rinci juga umumnya diminta untuk dilampirkan dalam pengajuan pembiayaan instalasi PLTMH. Perencanaan rinci dibuat berdasarkan opsi yang dipilih dari studi kelayakan. Perencanaan rinci tersebut mencakup rencana bangunan sipil, sistem mekanikal elektrik, sistem kendali, sistem transmisi dan distribusi, serta biaya yang dibutuhkan.
- c. Pembuatan studi potensi atau pra studi kelayakan, studi kelayakan dan rencana rinci ini dapat dilakukan bekerjasama dengan pihak lain sebelum mengajukan proposal atau diajukan sebagai salah satu bentuk pembiayaan.

- d. Permohonan pembiayaan yang ditujukan kepada pemerintah ada baiknya dilengkapi dengan surat pengantar dari pemerintah daerah setempat.
- e. Kepastian keberadaan lembaga atau organisasi pemohon biasanya sumber pembiayaan meminta dokumen pendukung seperti fotokopi tanda pengenalan, akta pendirian, nomor pokok wajib pajak (NPWP), susunan organisasi dan daftar pengurus, serta neraca keuangan.
- f. Gambar atau foto pendukung juga dapat dilampirkan dalam proposal.

6. Pengiriman Proposal

Proposal yang sudah selesai dan dilengkapi dengan dokumen- dokumen yang diminta dapat dikirimkan melalui pos, internet atau diserahkan langsung, tergantung ketentuan dari sumber pembiayaan yang dipilih. Sebelum dikirim, mohon diperhatikan kembali batasan waktu pengiriman proposal, proses penyeleksian dan pengumuman penerimaan proposal. Pemohon dapat mengirimkan proposal kepada beberapa sumber pembiayaan.

Mengingat besarnya jumlah biaya dan beragamnya kegiatan yang diperlukan untuk mengembangkan energi mikrohidro secara berkesinambungan maka pemohon bisa membagi pengajuan permohonan dana atas beberapa kegiatan ke beberapa sumber pembiayaan.

7. Kegiatan

Setelah melakukan penilaian kelayakan, sumber pembiayaan umumnya akan menginformasikan secara langsung proposal yang diterima, namun demikian ada baiknya pemohon juga mengecek proses penerimaan tersebut. Jika proposal diterima, maka segera koordinasikan langkah-langkah yang harus dilakukan dengan sumber pembiayaan terkait. Jika proposal tidak diterima, ada baiknya pemohon menanyakan sebab atau alasan penolakan tersebut sebagai bahan perbaikan pembuatan proposal kembali.

D. Aktivitas Pembelajaran

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran ini? Sebutkan!
2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan **LK-10**. Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran.

E. Rangkuman

Awal dari perencanaan finansial adalah proses penganggaran. Saat tugas, pokok dan fungsi setiap kegiatan institusi teridentifikasi selanjutnya adalah merencanakan program kerja, perhitungan biaya dan manfaat, analisis resiko dan kesuksesan program. Secara umum terdapat beberapa langkah penting yang perlu dilakukan di dalam perencanaan finansial yaitu analisis biaya, analisis kemampuan membayar, analisis pendapatan, analisis sensitivitas dan analisis dampak sekunder.

Cash flow (aliran kas) merupakan sejumlah dana yang keluar dan masuk sebagai akibat dari aktivitas lembaga pengelolaan atau aliran dana yang terdiri dari aliran masuk dalam lembaga pengelolaan dan aliran dana keluar dengan selisih saldo pada setiap periode.

Ada berbagai jenis pembiayaan yang tersedia dan dapat dimanfaatkan untuk pengembangan energi mikrohidro. Mohon diperhatikan bahwa pembiayaan yang dimaksud dalam buku ini tidak terbatas dalam bentuk dana yang diberikan secara langsung, namun termasuk juga segala bentuk dana yang diwujudkan dalam bentuk barang, kegiatan atau upaya untuk mendukung pengembangan mikrohidro, baik secara langsung ataupun tidak.

F. Tes Formatif

1. Sebutkan dokumen yang umumnya diminta sumber pembiayaan sebagai kelengkapan permohonan....
2. Bentuk-bentuk pembiayaan diantaranya adalah pemberian dana secara langsung . Sebutkan bentuk pembiayaan secara langsung....
3. Sebutkan beberapa keterbatasan penggunaan *Cash flow*....

G. Kunci Jawaban

1. Dokumen yang umumnya diminta sumber pembiayaan sebagai kelengkapan permohonan adalah:
 - a. Khusus untuk pembiayaan pembangunan atau instalasi PLTMH, sumber pembiayaan akan meminta laporan studi potensi atau pra studi kelayakan dan studi kelayakan. Studi kelayakan yang ditujukan untuk menilai kelayakan investasi atau mengetahui tingkat keberhasilan proyek dalam berbagai aspek ini terutama diperlukan oleh sumber pembiayaan seperti investor selaku pemrakarsa, bank selaku pemberi kredit dan pemerintah selaku pemberi fasilitas. Studi kelayakan perlu menghasilkan beberapa opsi pembangunan dan penjelasan tentang konsekuensi dari setiap opsi. Hasilnya kemudian ditindaklanjuti dengan melakukan konsultasi kepada masyarakat dan sumber pembiayaan terkait untuk menyepakati opsi yang akan digunakan.

- b. Perencanaan rinci juga umumnya diminta untuk dilampirkan dalam pengajuan pembiayaan instalasi PLTMH. Perencanaan rinci dibuat berdasarkan opsi yang dipilih dari studi kelayakan. Perencanaan rinci tersebut mencakup rencana bangunan sipil, sistem mekanikal elektrik, sistem kendali, sistem transmisi dan distribusi, serta biaya yang dibutuhkan.
 - c. Pembuatan studi potensi atau pra studi kelayakan, studi kelayakan dan rencana rinci ini dapat dilakukan bekerjasama dengan pihak lain sebelum mengajukan proposal atau diajukan sebagai salah satu bentuk pembiayaan.
 - d. Permohonan pembiayaan yang ditujukan kepada pemerintah ada baiknya dilengkapi dengan surat pengantar dari pemerintah daerah setempat.
 - e. Kepastian keberadaan lembaga atau organisasi pemohon biasanya sumber pembiayaan meminta dokumen pendukung seperti fotokopi tanda pengenal, akta pendirian, nomor pokok wajib pajak (NPWP), susunan organisasi dan daftar pengurus, serta neraca keuangan.
 - f. Gambar atau foto pendukung juga dapat dilampirkan dalam proposal.
2. Bentuk-bentuk pembiayaan diantaranya adalah pemberian dana secara langsung, bisa dalam bentuk:
- a. Hibah yaitu pemberian dana tanpa kewajiban untuk mengembalikan.
 - b. Pinjaman yaitu pemberian dana dengan kewajiban untuk mengembalikan berdasarkan kesepakatan yang disetujui sebelumnya.
 - c. Investasi yaitu pemberian dana dengan suatu harapan mendapatkan keuntungan dalam jangka waktu tertentu, termasuk penyertaan modal.
3. *Cash flow* mempunyai beberapa keterbatasan, antara lain:
- a. Komposisi penerimaan dan pengeluaran yang dimasukan dalam hanya bersifat tunai.
 - b. Lembaga hanya berpusat pada target yang mungkin kurang fleksibel.
 - c. Apabila terdapat perubahan pada situasi maupun dari lembaga yang dapat mempengaruhi estimasi arus kas masuk dan keluar yang seharusnya diperhatikan, maka akan terhambat karena manajer hanya akan terfokus pada

kas misalnya kondisi ekonomi yang kurang stabil, terlambatnya pelanggan dalam memenuhi kewajibanya.

LEMBAR KERJA KB-10

LK - 10

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh saudara sebelum mempelajari materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

2. Bagaimana saudara mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

4. Apa topik yang akan saudara pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh saudara sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Bab III

PENUTUP

UJI KOMPETENSI

Berilah tanda silang pada lembar jawaban a,b,c, atau d pilihan yang anda anggap paling benar.

1. Dari hasil pengukuran sudut horisontal dengan pesawat theodolit didapat:
Bacaan muka titik P = $7^{\circ} 38' 52''$ bacaan belakang titik Q = $342^{\circ} 16' 59''$
Maka besar sudut yang diukur adalah
 - A. $10^{\circ} 4' 9''$
 - B. $25^{\circ} 21' 53''$
 - C. $334^{\circ} 38' 7''$
 - D. $349^{\circ} 55' 51''$
2. Pada pengukuran beda tinggi dengan menggunakan alat sipat datar, jumlah slag diusahakan dalam jumlah genap, hal ini untuk mengatasi kesalahan :
 - A. Masuknya rambu ke dalam tanah.
 - B. Nol rambu
 - C. Rambu miring.
 - D. Garis bidik miring.
3. Dari hasil pengukuran pada penentuan posisi cara polar diperoleh data-data sebagai berikut : sudut jurusan dari P ke 1 = 315° dengan jarak 15 m, bila koordinat titik P (0,0) maka koordinat titik 1 adalah :
 - A. (10,61 ; 10,61)
 - B. (-10,61 ; -10,61)
 - C. (10,61 ; -10,61)
 - D. (-10,61 ; 10,61)
4. Peta topografi sangat dibutuhkan dalam perencanaan pendahuluan dalam pembuatan jaringan irigasi. Skala peta topografi ini dianjurkan dengan skala :.
 - A. 1 : 50.000 untuk tata letak umum dan 1 : 10.000 untuk tata letak detail.

- B. 1 : 25.000 untuk tata letak umum dan 1 : 5000 untuk tata letak detail
 - C. 1 : 25.000 untuk tata letak umum dan 1 : 10.000 untuk tata letak detail
 - D. 1 : 50.000 untuk tata letak umum dan 1 : 5000 untuk tata letak detail
5. Pada saat kita akan melakukan pengukuran dengan menggunakan total station, maka terlebih dahulu kita akan melakukan :
- A. Setting ketinggian alat.
 - B. Setting sudut horisontal.
 - C. Setting job
 - D. Setting sudut vertikal.

Soal Praktek

Buatlah laporan studi kelayakan sederhana untuk perencanaan pelaksanaan pembangunan PLTMH.

DAFTAR PUSTAKA

RUSSEL C.BRINKER, PAUL K.WLF, Dasar-dasar Pengukuran Tanah (Surveying).

SUBKI F. MULKAN, EDY SUMARYANTO, Ilmu Ukur Tanah Wilayah,
DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN, DIREKTORAT
PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN, 1980.

Departemen Geodesi FTSP-ITB, Ilmu Ukur Tanah.

Umaryono P, Ilmu Ukur Tanah Seri A, FTSP – ITB.

Umaryono P, Ilmu Ukur Tanah Seri B, FTSP – ITB.

Slamet Basuki, Ir. M.Si, 2006. *Ilmu Ukur Tanah*, Gadjah Mada University
Press: Yogyakarta.

Prosedur Operasional Standar Survey Geodesi, DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM,
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA, DIREKTORAT BINA TEKNIK, 2009

GLOSARIUM

Sipat Datar	:	Proses menemukan elevasi atau beda tinggi titik-titik.
Bidang Nivo	:	Sebuah permukaan melengkung dimana arah gaya berat pada setiap titik padanya selalu tegak lurus. Misalnya permukaan air yang tenang. Untuk daerah kecil, bidang nivo ini sering diperlakukan sebagai bidang datar.
Garis Nivo	:	Garis yang terletak pada bidang nivo. Dengan demikian arah gaya berat di setiap titik pada garis nivo akan tegak lurus.
Bidang Mendatar	:	Bidang yang menyinggung di salah satu titik pada nivo. Bidang mendatar tegak lurus pada arah gaya berat di titik tersebut.
Garis Mendatar	:	Garis lurus yang menyinggung satu titik pada garis nivo. Garis mendatar akan tegak lurus pada arah gaya berat di titik tersebut.
Garis Tegak	:	Garis lurus yang tegak lurus terhadap bidang nivo. Garis tegak ini dianggap berimpit dengan arah gaya berat.
Datum	:	Sembarang permukaan datar yang dipakai sebagai acuan elevasi. Misalkan permukaan air laut pukul rata.
Permukaan Air Laut rata-rata	:	Tinggi rata-rata permukaan air laut pasang surut.
Mean Sea Level (MSL)		

Tinggi Titik/Elevasi:	Jarak vertikal dari sebuah datum sampai titik tersebut.
Titik Tetap/Duga	: Sebuah obyek yang tetap, alamiah maupun Bench Mark/BM) buatan manusia, mempunyai titik yang ditandai ketinggiannya di atas atau dibawah datum yang digunakan, diketahui atau dianggap tertentu.
Titik Kontrol Vertikal:	Serangkaian titik-titik tetap yang diketahui ketinggiannya/elevasinya dan ditetapkan diseluruh proyek, sebagai titik kontrol dasar atau titik kontrol sipat datar.
Beda Tinggi	: Beda tinggi antara dua titik adalah jarak vertikal antara dua bidang horizontal yang melalui titik tersebut.
Total station	: Theodolit digital
Sentring Alat	: Menempatkan alat tepat diatas titik.
Setting job	: Menset temperatur, tekanan, sudut dan jarak.

